

*GIBA* mbH  
Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung  
und Anlagenmanagement mbH



**Integrale Planung zur Demonstration eines weiterentwickelten  
unterirdischen begehbaren Versorgungskanals für Medienleitungen  
am Beispiel des Energieparks Kulkwitz / Stadt Markranstädt**

Abschlussbericht zum Entwicklungsprojekt,  
gefördert unter dem Az 31331/01 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



von

Autorenkollektiv

Projektleiter Klaus – Peter Reim

Die Projektbearbeitung erfolgte unter der fachlichen Mitwirkung von:

Frau Gabriele Dietrich (Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG)

Frau Claudia Feistner (GIBA mbH)

Frau Catherina Kissig (GIBA mbH)

Herr Sven Griebenow (GIBA mbH)

Herr Frank Lärm (Ingenieurbüro für Baustatik und Bauplanung)

Herr Christian Rösner (GIBA mbH)

Herr Kevin Steinbrücker (GIBA mbH).

Für den Erfahrungsaustausch zu Weiterentwicklungen und den Anwendungen selbst gilt ein besonderer Dank den Mitgliedern der Interessengemeinschaft begehbare Versorgungskanäle (IBV) und den Kooperationspartnern für die Entwicklungsthemen, insbesondere

entellgenio GmbH München

FANALMATIC Gesellschaft für Umwelttechnik und Industrieautomation mbH

RAC Service GmbH Chemnitz

ZILA GmbH Suhl

sowie den Erstanwendern der Teilergebnisse im Rahmen der Projektarbeit

Elektroenergieversorgung Cottbus GmbH

DREWAG NETZ GmbH Dresden

Stadtwerke Jena Netze GmbH

NETZ LEIPZIG GmbH und

Sammelkanal Betriebs- und Beteiligungsgesellschaft Suhl mbH

Vattenfall Europe Wärme AG.

*Der Bericht umfasst 103 Seiten und 79 Blatt Anlagen.  
Markranstädt, den 15. Mai 2017*

---

## INHALTSVERZEICHNIS

0	Zusammenfassung .....	3
1	Einleitung .....	5
1.1	Ausgangssituation .....	5
1.2	Zielsetzung.....	7
1.3	Aufgabenstellung .....	8
1.4	Rechtliche Einordnung.....	10
1.5	Abgrenzung.....	11
2	Erschließung des Energieparks Kulkwitz .....	12
2.1	Städtebauliche Ausgangssituation .....	12
2.1.1	Historie, Leitbild und Bebauungsplanung.....	12
2.1.2	Energieerzeugungs-, Wasser- und Speicherpotentiale .....	14
2.1.3	Versorgungs- und Flächenbedarf .....	16
2.2	Erschließungsplanung .....	17
2.2.1	Voruntersuchungen .....	17
2.2.2	Trassierung des Versorgungskanals.....	17
2.2.3	Hauptsächliche Planungsschritte .....	18
2.3	Bautechnische Planung.....	20
2.3.1	Bauweisen und Konstruktionslösungen .....	20
2.3.2	Bautechnische Lösungen nach Kanalabschnitten .....	22
2.3.3	Medienbedarf und Leitungsanordnung .....	24
2.3.4	Ausstattung mit betrieblichen Einrichtungen .....	26
2.4	Betriebs- und Sicherheitskonzept.....	29
2.4.1	Betriebliche Anforderungen.....	29
2.4.2	Sicherheitstechnische Anforderungen .....	32
3	Weiterentwicklungen von Bauteilen und Betriebsmitteln .....	35
3.1	Ertüchtigung von Versorgungskanälen.....	35
3.2	Bautechnik und Ausrüstung .....	36

---

3.2.1	Fugenkonstruktionen .....	36
3.2.2	Stahlbetonbauteil mit Bewehrungsfenster .....	38
3.2.3	Fertigteilsortiment für Deckenschächte .....	40
3.2.4	Abdichtung oberflächengleicher Montageabdeckungen .....	42
3.2.5	Flexibles Kabeltragsystem .....	44
3.2.6	Optimierte Leitungsanordnung .....	47
3.3	Sicherheitstechnik .....	50
3.3.1	Brandwände .....	50
3.3.2	Klimagesteuerte Lüftung .....	54
3.3.3	Funktionsoptimierung von Stahleinbauten.....	56
3.3.4	Funktionsoptimierung der Kanalentwässerung .....	58
3.3.5	Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung .....	60
3.3.6	Überwachungs- und Steuerungssystem .....	63
3.4	Betriebsmanagement .....	67
3.4.1	Betriebsführungsmodell.....	67
3.4.2	Modell zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	68
3.4.3	Muster – Lüftungs- und Brandschutzkonzept .....	79
3.4.4	BIM – Technologie für Neubau und Instandhaltung.....	82
4	Fazit .....	85
5	Verzeichnisse .....	88
5.1	Bilder Tabellen und Grafiken .....	88
5.2	Begriffe und Abkürzungen .....	90
5.3	Gesetze und Normen .....	93
5.4	Literatur .....	95
5.5	Verzeichnis der Anhänge .....	99
6	Anhänge.....	100

---

## **0 Zusammenfassung**

Wirtschaftliche Entwicklung und modernes urbanes Leben benötigen für absehbare Zeit bedarfsgerechte und anpassungsfähige unterirdische Ver- und Entsorgungssysteme. Aufgrund der langen Nutzungsdauer der Netze und Anlagen rückt das Nachhaltige Bauen im Einklang mit der Stadtökologie mehr in den Mittelpunkt, insbesondere im bereits stark belegten Baugrund und unter hoch frequentierten Verkehrsräumen.

Neben der weiterhin dominierenden Erdverlegung von Rohrleitungen und Kabel ermöglichen begehbare Versorgungskanäle / Leitungsgänge die gebündelte Verlegung, den Schutz der Leitungen sowie deren grabenlose Instandhaltung, die Komplettierung, den Austausch oder den Rückbau in einer Trasse. Die damit vermeidbaren Tiefbauleistungen stellen den wesentlichen umweltbezogenen Nutzen dar.

In der Erschließungsplanung des Energieparks Kulkwitz ist der Versorgungskanal eine umweltverträgliche Ergänzung bereits bestehender energie- und ressourceneffizienter Versorgung am Standort. Die Planung des Versorgungskanals erfolgt nach allgemeinen rechtlichen Grundlagen, den Vorgaben zum Arbeitsschutz nach Inbetriebnahme sowie nach den anerkannten Regeln der Technik. So wurden im Rahmen der Planung die bautechnischen Möglichkeiten im beengten Bauraum, ausrüstungsbezogene Lösungen zur intensiven und variablen Nutzung des Verlegeraumes sowie eine verbesserte, teils optimierte Ausstattung mit betrieblichen Einrichtungen im Versorgungskanal aufgezeigt. Die Planvorgaben sollen hinsichtlich der Versorgungs- und Verkehrssicherheit sowie zur Dauerhaftigkeit der Gesamtkonstruktion aber auch zum Sicherheitsniveau beispielgebend sein.

Entsprechend den Nutzungs- und Schutzziele befassen sich der zweite Hauptteil mit der Ertüchtigung von Versorgungskanälen. Dazu wurden Entwicklungsbausteine herausgearbeitet, die für den Neubau und in weiterer Nutzung bereits betriebener Versorgungskanäle in der Region den Stand der Technik bzw. den Stand des Wissens darstellen. Da im Projektzeitraum der Bau des Versorgungskanals im Energiepark noch nicht möglich ist, wurden Kooperationspartner gewonnen, die für den Betrieb und in Modernisierung der Versorgungskanäle die Weiterentwicklungen für Bauteile, Ausrüstungen und im Betriebsmanagement nutzen werden. Letztlich zielen alle Entwicklungsthemen auf ein effizientes Instandhaltungs- und Betriebsmanagement und somit auf langfristig umweltgerechtes und kostensenkendes Wirtschaften.

Im Schwerpunkt zur Bautechnik und Ausrüstung werden Fugenkonstruktionen vorgeschlagen, die den Instandsetzungsbedarf an einer typischen Schwachstelle über den Nutzungszeitraum verringern. Mit dem Bauteil „Bewehrungsfenster“ wird eine Verbindung zu grabenlosen Verlegetechnologien im Erdreich vorgegeben, damit z. B. die Nachrüstung von Hausanschlüssen ohne Aufgrabung am Kanal möglich ist.

---

Für Deckenschächte, z. B. Lüftungs-, Notausstiegs- oder Montageschächte, erfolgen Vorgaben zum Fertigteileinsatz und zu Konstruktionsdetails, um an einer verschleißintensiven Stelle im Übergang zu Verkehrsflächen mehrfache Aufgrabungen zu vermeiden.

Während bei Rohrleitungen die auf die Betriebsparameter ausgelegte Rohrstatik der Bemessung von Lager- und Unterstützungsstrukturen vorangeht, werden im Projekt die Grundvarianten von Kabeltragsystemen gegenüber gestellt und Vorschläge für eine flexible Nutzung unterbreitet.

Ergänzend werden aus den jahrelangen Erfahrungen zum Betrieb der Leitungen Mindestabstände von Rohrleitungen und Kabel zueinander und im lichten Innenraum vorgegeben, um eine optimale Auslastung über die Nutzungsdauer zu erzielen.

Zur Sicherheitstechnik besteht aufgrund der ungenauen rechtlichen Vorgaben u. a. ein Klärungsbedarf zum Einbau von Brandwänden und Brandsperren sowie zur Wirksamkeit von Lüftungs- und Entwässerungsanlagen. Die dargelegten Weiterentwicklungen tragen im Einklang mit dem Bauordnungsrecht zur Verbesserung des Sicherheitsniveaus bei. Ergänzt werden Stahleinbauten und Hilfsmittel zum sicheren Aufenthalt bzw. Betrieb vorgegeben. Mit der Entwicklung eines Überwachungs- und Steuerungssystems der betrieblichen Ausstattung ist das Ziel verbunden, den Inspektions- und Wartungsaufwand zu verringern.

Der letzte Schwerpunkt widmet sich dem Betriebsmanagement und soll mit einem technischen Betriebsführungsmodell eine Vergleichsmöglichkeit zu bestehenden Betriebsformen, ohne verwaltungsseitige Details, ermöglichen. Mit den Vorgaben für ein Lüftungs- und Brandschutzkonzept sowie dem Einsatz der BIM – Technologie zur Prozessoptimierung für einen rationellen Datenabgleich im gesamten Lebenszyklus des Versorgungskanals werden Voraussetzungen für eine verbesserte Betriebsführung gegeben.

Aufbauend auf einen Kosten – Nutzen – Ansatz, der in konzeptionellen Phasen einen ersten Vergleich zwischen Erdverlegung und Verlegung im Versorgungskanal ermöglicht, wurde mit der Erarbeitung eines „Simulationsmodells Versorgungskanal“ ein Arbeitsmittel geschaffen, welches einen bewährten Modellansatz für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen methodisch anpasst und mit Fachdaten verschiedener Kostenebenen unterlegt, einschl. dem Vergleich indirekter bzw. sozialer und ökologischer Folgekosten.

## 1 Einleitung

### 1.1 Ausgangssituation

Unterirdische Leitungen (Rohre und Kabel) durchziehen wie künstliche Adern den Baugrund unter Siedlungsflächen. Die Nutzung zuverlässiger und anpassungsfähiger Leitungsnetze der Ver- und Entsorgung stellt eine wesentliche Voraussetzung für ein hochzivilisiertes und umweltgerechtes Leben dar. Von selbstverständlichen Lebensgewohnheiten bis zu hochkomplexen Industrieprozessen wird eine nahezu 100%ige Versorgungssicherheit erwartet.

Die moderne leitungsgebundene Infrastruktur ist innerhalb der technischen Nutzungsdauer der Leitungssysteme mit laufenden Veränderungen im Medienbedarf (Trinkwasser, Brauchwasser, Elektrizität, Gas, Wärme, Kälte, Information bzw. Datenübertragung) konfrontiert. Insbesondere in Ballungsräumen mit beengtem Bauraum oder unter Flächen mit flexiblen Nutzungsanforderungen werden an die Ver- und Entsorgungsnetze erhöhte Anforderungen gestellt, die bei der dominierenden Erdverlegung nicht selten zu vielfältigen Problemen führen. Auswirkungen einer erhöhten Störanfälligkeit oder wiederholter Arbeiten im unterirdischen Verlegeraum der Leitungen sind Beeinträchtigungen der Umwelt durch Schadstoffe, Lärm, Klimaeinfluss oder innerhalb der Stadtökologie durch Verkehrs- und Tiefbauarbeiten.

Deshalb gewinnen die Verlegetechnologien des Grabenlosen Bauens (No-Dig-Verfahren) zunehmend an Bedeutung, bei denen keine Aufgrabungen entlang der Trasse notwendig sind. Verschiedene Verfahren für den Leitungsneubau aber auch zur Ertüchtigung im Bestand kommen meist nur mit einem Start- und Zielschacht aus. Der Leitungsmantel oder das Schutzrohr sind dabei direkt mit dem Erdreich verbunden.

Der unterirdische begehbare Versorgungskanal<sup>BA1)</sup>, ist dagegen eine selbstständige bauliche Hüllkonstruktion zur Bündelung von Versorgungsleitungen im unterirdischen Bauraum. Er schützt die Leitungen vor Lasteinwirkungen aus Baugrund und Verkehr sowie vor Schäden aus Bauprozessen und ermöglicht somit deren längere technische Nutzungsdauer. Außerdem erfolgt ein Schutz von Boden und Grundwasser vor exfiltrierenden Medien. Die zugänglichen Verlege- und Arbeitsräume gewährleisten zudem einen grabenlosen bzw. aufgrabungsarmen Betrieb sowie die Instandhaltung, die Komplettierung, den Austausch oder den Rückbau der Leitungsanlagen ohne den üblichen Tiefbauaufwand. Somit verringern sich die nachteiligen umweltrelevanten Wirkungen in der Unterhaltung von Leitungsnetzen über eine technische Nutzungsdauer der baulichen Anlagen von mehr als 80 Jahren.

Für einen sicheren zeitweisen Aufenthalt von Personen an den unterirdischen Anlagen sowie zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit existieren betriebliche Einrichtungen und zusätzliche Sicherheitstechnik, die das Gefährdungspotential auf ein Mini-

---

mum reduzieren. Der Betrieb von Versorgungskanälen, insbesondere der in Stadtteilen vernetzten Trassen, wird durch vertraglich vereinbarte Leistungen organisiert und somit die baulichen Anlagen bewirtschaftet.

Begehbare Versorgungskanäle stellen unter bestimmten städtebaulichen und stadtechnischen Bedingungen eine langfristig ressourceneffiziente, raumsparende, flexibel nutzbare und somit nachhaltige bzw. umweltschonende Erschließungslösung dar. Die langfristigen Vorteile dieser Erschließungsform wurden bereits wissenschaftlich nachgewiesen (stellvertretend [Ste02], [Dre97]). Zur Unterhaltung bzw. dem Betrieb begehbbarer Versorgungskanäle in Deutschland liegen vielfältige Erfahrungen seitens der Eigentümer oder Betreiber derartiger Anlagen vor (stellvertretend Arbeitsmaterialien der GSTT e.V. <sup>BA2</sup>) und der IBV <sup>BA3</sup>).

Parallel zu den Stadtumbauprozessen vollzieht sich ein stetiger Wandel in den Erzeugungs- / Aufbereitungs-, Verteilungs- / Übertragungs- und Abnehmerstrukturen der Energie- und Wasserwirtschaft bzw. in der Informationsgesellschaft schlechthin. Für die leitungsgebundene Infrastruktur stehen in den Ballungsräumen aber nur begrenzt Bauräume zur Verfügung, sodass eine kompakte und flexible Leitungsanordnung notwendig wird.

Der Bestand in Deutschland von rund 600 bis 800 Trassen-km [Spi16] hat sich in den vergangenen 20 Jahren nicht wesentlich verändert. Neben dem Neubau (oft in Querung von Gewässern oder Verkehrsstrassen) bzw. Ersatzneubau (z. B. bei innerstädtischer Umgestaltung) wurden auch wenige Versorgungskanäle, u. a. bei der Umgestaltung von Plattenbauwohngebieten, zurück gebaut. Der vereinzelte Neubau erfolgte in offener oder in geschlossener (grabenloser) Bauweise.

Die Gründe für den geringen Zubau begehbbarer Versorgungskanäle sind vielschichtig. Sie reichen von einem Sparten bezogenen Konzessions- und Gestattungsrecht bei der Zuweisung von Verlegeräumen sowie dem medienbezogenen Fachrecht bis zur Entscheidungsverweigerung zusätzlicher Investitionskosten bei unklarer Wirtschaftlichkeit.

Dennoch werden begehbare Versorgungskanäle in Deutschland mehrheitlich seit 25 bis 50 Jahren, vereinzelt seit mehr als 110 Jahren, meist von Versorgungsunternehmen betrieben. Eine offizielle Bestandsstatistik existiert nicht. Somit liegen jahrzehntelange Erfahrungen zum Betrieb, zur Instandhaltung und geänderten Nutzungsanforderungen vor. Das Sicherheitsniveau hat sich dabei kontinuierlich entsprechend den Anforderungen des Personen- und Sachschutzes erhöht.

## 1.2 Zielsetzung

Begehbare Versorgungskanäle sind Ingenieurbauwerke, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie nach Bauordnungs- bzw. Bauplanungsrecht errichtet werden können. Um diese besondere Erschließungslösung zu wählen, sind die Vorgaben und Bedingungen zu beurteilen. Dazu gehören:

- rechtskonforme Gestaltung der Planung zum Neubau oder der Ertüchtigung der Versorgungskanäle als bauliche Anlagen bzw. ungeregelte Sonderbauten<sup>BA4)</sup>,
- Versorgungssicherheit für alle Leitungseigentümer bei der Erst- und Folgebelegung durch Sicherung von Standsicherheit, Verkehrssicherheit und der Dauerhaftigkeit der unterirdischen baulichen Anlagen [AGF16],
- verbesserte Betriebsbedingungen für den Medientransport gegenüber der Erdverlegung für einen Zeitraum über die technische Nutzungsdauer der Leitung hinaus,
- langfristige Kostensenkung im Leitungsbetrieb gegenüber der Erdverlegung,
- dauerhaft umweltschonender Betrieb der Leitungen und des Versorgungskanals durch Minimierung der Beeinträchtigung von Grundwasser, Boden, Grünflächen und des Menschen durch Lärm, Schadstoffe, Klimagase sowie gewerblicher bzw. industrieller Prozesse,
- Schutz von Personen und Sachwerten bei Aufenthalt im und am Versorgungskanal durch betriebliche Einrichtungen bzw. Sicherheitstechnik,
- langfristig wirtschaftlicher Betrieb des begehbaren Versorgungskanals.

Die Vorgaben treten ebenso bei der Erweiterung bestehender Versorgungskanalnetze, bei Änderungen im Leitungsbestand oder bei Verbesserung der Effizienz (z. B. Wechsel in der Betriebsführung) in den Blickpunkt, wenngleich auch mit unterschiedlicher Wichtung.

Die allgemeine Zielsetzung besteht in der Aufbereitung der Gestaltungsvorgaben nach dem Stand des Wissens, dazu die Entwicklung von Bauteilen und Betriebsmitteln zum Stand der Technik mit teilweise innovativem Charakter und somit die Verbesserung der Akzeptanz der baulichen Anlage Versorgungskanal im Sinne eines nachweisbaren langfristigen Nutzens.

Die umweltbezogene Zielsetzung besteht zusätzlich in der Herausarbeitung eines langfristigen ökologischen Nutzens, der sich bauseits, in effizienten Betriebsprozessen und in vermeidbaren Tiefbauaufwendungen darstellen lässt. Dazu wird die Erschließung eines Altindustriestandortes beispielhaft planungsseitig aufbereitet und anhand der Ertüchtigung bestehender Versorgungskanäle der umweltbezogene Nutzen abgebildet.

### 1.3 Aufgabenstellung

Die Erschließung des geplanten Energieparks Kulkwitz (Stadt Markranstädt) in Nachbarschaft der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG ordnet sich in das städtebauliche Leitbild für das gesamte Gewerbegebiet an der Zwenkauer Straße ein [ums14]. Die Versorgung der Altindustriefläche mit Energie und Wasser soll vorrangig auf der Grundlage einer regenerativen und effizienten Energieerzeugung [Foed14] und einer anliegerspezifischen Wasseraufbereitung bzw. -nutzung erfolgen, was den Standort als langfristig ressourcensparend und somit durchaus attraktiv für eine Gewerbeansiedlung charakterisiert. Dazu besteht die Option der Verlängerung des Versorgungskanals in benachbarte Flächen. Dies ist bei der konstruktiven Gestaltung zu berücksichtigen.



*Bild B1: Standort der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG*

Der Bau des Versorgungskanals ist in offener Bauweise geplant, da die schwierige geologische und hydrogeologische Situation, alte Schachtanlagen sowie Altgründungen die Investitionsentscheidung maßgeblich beeinflussen.

Die Bedingungen sorgen dafür, dass einerseits die Vorteile des Versorgungskanals zum Tragen kommen, da bei einem Ansiedlungszeitraum bis zu 15 Jahren die schrittweise und parallele Erdverlegung von Leitungen überdurchschnittliche Verlegekosten mit sich bringen, andererseits die Errichtung eines begehbaren Versorgungskanals unter diesen Bedingungen erhöhte Baukosten in nur einer Trasse verursacht.

Mit dem ersten Schwerpunkt der Erschließungsplanung am Beispielstandort sind die umweltbezogenen Vorteile anhand der Trassenbündelung, baukonstruktiver Merkmale und der betrieblichen bzw. sicherheitsrelevanten Ausstattung des Versorgungskanals darzustellen und in einer Kosten-Nutzen-Untersuchung überschaubar zu beurteilen.

Zusätzlich zur baulichen Planung soll die Attraktivität der Erschließungslösung Versorgungskanal über die Ertüchtigung von Bestandskanälen nachgewiesen werden. Aufgrund der Kenntnisse der *GIBA* zur Bestandsituation in den letzten 15 Jahren zu mehr als 200 Kilometern begehbarer Versorgungskanäle und den dabei geplanten und überwachten Instandhaltungsmaßnahmen ist ein Entwicklungspotential erkennbar, welches für den Weiterbetrieb und für die Ertüchtigung der Versorgungskanäle sowie zur Verbesserung der Sicherheit ökologische und wirtschaftliche Perspektiven aufzeigt.

Diese Entwicklungsbausteine sollen den Stand der Technik aus Sicht des langjährigen Betriebs der Versorgungskanäle dokumentieren. Dabei sind innovative Details besonders heraus zu stellen. Durch einen kleinteiligen Technik- und Technologietransfer sind Eigentümer und Betreiber von Versorgungskanälen in die Lage zu versetzen, die weitere Betriebsführung und ggf. Erweiterung mit gesteigerter Akzeptanz bei Leitungs- und Grundstückseigentümern umzusetzen.

Eingeschlossen ist eine weitgehend transparente Betriebsweise der Versorgungskanäle hinsichtlich der Darstellung der anfallenden und vermiedenen Kosten in einem Betriebsführungsmodell sowie in der Verbesserung der Bewirtschaftung mit Unterstützung eines dynamischen Asset – Simulationsmodells (Wissenstransfer für bestehende Versorgungskanäle und für konzeptionelle Betrachtungen zum Neubau).

Aufgabenschwerpunkte sind die

- Weiterentwicklung von Konstruktionsdetails und Bauteilen zur Verbesserung der Dauerhaftigkeit und somit Vermeidung von Kosten über die Nutzungsdauer;
- Entwicklung von Bauteilen und Betriebsmitteln, die den funktionalen Anforderungen der baulichen Anlage über die Nutzungsdauer besser gerecht werden;
- Verbesserung der Betriebs- und Sicherheitstechnik zur Substitution von Arbeit und Erhöhung des Sicherheitsniveaus;
- Verbesserung des Betriebsmanagements durch eine rationelle Gestaltung der betrieblichen Aufgaben und eine Bewirtschaftung mit Unterstützung durch ein dynamisches Simulationsmodell.

Erschließungsplanung und Ertüchtigung von Bestandskanälen sollen auf zwei Ebenen die Praxistauglichkeit der Weiterentwicklungen unterstreichen.

Mit einer verbesserten Effizienz beim Bau und der Bewirtschaftung von unterirdischen begehbaren Versorgungskanälen im Vergleich zur konventionellen Erdverlegung wird eine umweltschonende Erschließungslösung für die Leitungsinfrastruktur legitimiert.

## 1.4 Rechtliche Einordnung

Für begehbare Versorgungskanäle bestehen im deutschen Recht keine spezialgesetzlichen Regelungen, jedoch rechtliche Gestaltungsoptionen für die Planung, Errichtung, Nutzung und den Betrieb [Gün11]. Aufgrund der vorbeschriebenen Objekteigenschaften, der Nutzenscharakteristik und der damit verbundenen Erschließungstechnologie handelt es sich um selbstständig nutzbare unterirdische bauliche Anlagen der Leitungsinfrastruktur. Bauliche Anlagen unterliegen nach Musterbauordnung (MBO) in ihrer Anordnung, Errichtung, Änderung und Instandhaltung den Anforderungen zum Schutz der öffentlichen Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und natürliche Lebensgrundlagen. Im Rahmen einer IBV – Arbeitsgruppe wird die weitere Aufbereitung der Rechtslage zu begehbaren Versorgungskanälen vorgenommen [IBV17].

Bei den Zulassungsvoraussetzungen für den begehbaren Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz wird von einer Inanspruchnahme privater Grundstücke ausgegangen, zumal eine Widmung von Verkehrs- und Gewerbeflächen am Standort noch nicht erfolgt ist. Da die Errichtung des Versorgungskanals generell im Gemeinwohlinteresse liegt, wird der Bebauungsplan für diese Erschließungslösung aktualisiert. Im Rahmen einer noch ausstehenden Parzellierung des Versorgungsgebietes erfolgt die dingliche Sicherung des Versorgungskanals voraussichtlich mittels einer „beschränkt persönlichen Dienstbarkeit“ gemäß § 1090 ff BGB<sup>BA5)</sup> [Ste04].

Um einen Versorgungskanal in einem ordnungsgemäßen Zustand zu unterhalten (§ 1020 BGB) und einen technisch sicheren Betrieb zu gewährleisten, entsteht über das Fachrecht, insbesondere durch das Umwelt- und in Anlehnung an das Arbeitsstättenrecht, ein Anpassungsverlangen hinsichtlich seiner Ertüchtigung [Sch15].

Die Praxisrelevanz der Entwicklungsbausteine, als der eigentliche Gegenstand des Förderprojekts, wird somit auch an Bestandskanälen aufgezeigt und dokumentiert den Stand der Technik. Diese Ausstattungslösungen ergänzen den Anwendungsfall am Standort Kulkwitz, der nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet wird. Die Entwicklungsthemen berücksichtigen außerdem die Vorgaben zur Sicherheit in unterirdischen Anlagen nach dem DGUV<sup>BA6)</sup> - Regelwerk.

Zur Umweltverträglichkeitsprüfung nach SächsUVPG wird die Auffassung von Güneysu [Gün11] geteilt und eine fakultative Anwendung im Rahmen einer Kommunalen UVP empfohlen. Dafür ist eine Gefährdungsbeurteilung auf der Grundlage des § 5 Arbeitsschutzgesetzes (ArbSchG) bzw. nach § 3 Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) generell für den Bau und den Betrieb der Versorgungskanäle notwendig [Rei09].

## 1.5 Abgrenzung

Für begehbare Versorgungskanäle zur Erschließung von Siedlungsflächen existieren in der Bundesrepublik „de jure keine spezialgesetzlichen Regelungen“ [Gün11]. Rechtliche Gestaltungsformen und die Einordnung des Versorgungskanals in ein komplexes Rechtsgefüge, einschließlich deren Wertungen, werden hier nicht verfolgt.

Nicht betrachtet werden in diesem Zusammenhang begehbare Versorgungstrassen in den Kellergeschossebenen von Gebäuden, meist als Kellerleitungsgänge bezeichnet. Sie besitzen einen bauordnungsrechtlichen Sonderstatus.

Die Instandhaltung, die Komplettierung, der Austausch oder Rückbau von Leitungen im Versorgungskanal stellen grabenlose Bauverfahren dar, unabhängig davon, ob der Versorgungskanal in offener oder geschlossener Bauweise errichtet wurde. In der Fachliteratur sind mehrere Untersuchungen zu verfolgen, die den ökologischen und ökonomischen Vergleich von offener und grabenloser Bauweise zum Inhalt haben (stellvertretend [GST11]).

Eine weitere vergleichende Betrachtung der Leitungsverlegung im begehbaren Versorgungskanal zur grabenlosen Erdverlegung von einzelnen Leitungen (Verlegung, Sanierung, Renovation) erfolgt nur anteilig im Zuge einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Hilfe eines Simulationsmodells. Das in beiden Bauweisen vorhandene Umweltentlastungspotential wird aufgrund der Gewichtung des Standortbezugs nicht gegenüber gestellt. Das betrifft auch Kostenangaben zur Errichtung und Weiterentwicklungen von Versorgungskanälen.

Ein internationaler Vergleich zum Bau- und Ausrüstungsniveau begehbbarer Versorgungskanäle ist entsprechend der nur zu Einzelsachverhalten bekannten Situation im Ausland kaum möglich, obwohl der Stellenwert der Versorgungskanäle in einigen Ländern höher einzuschätzen ist (u.a. [SIA03]). Ein länderübergreifender Informationsaustausch in einer deutschen Fachorganisation existiert gegenwärtig nicht.

Die üblichen Planungsschritte zur Erschließung, hier des Energieparks Kulkwitz, werden nicht im Einzelnen oder chronologisch aufgeführt, da die Planung zum Einen noch nicht abgeschlossen ist und zum Anderen die Planungsmethodik zu Ingenieurbauwerken keine Weiterentwicklung im Sinne der Aufgabenstellung darstellt.

Neben begehbaren Versorgungskanälen sind nicht begehbare Infrastrukturkanäle bekannt (Beispiel in [ISK07]). Dabei können Ver- und Entsorgungsleitungen zum Teil von begehbaren Schächten eingeschoben werden. Derartige Kanäle werden nicht betrachtet, da die Unterschiede hinsichtlich flexibler Nutzung, Sicherheit und Instandhaltung, über einen langen Zeitraum betrachtet, nicht den Zielvorgaben dieses Projektes entsprechen.

## 2 Erschließung des Energieparks Kulkwitz

### 2.1 Städtebauliche Ausgangssituation

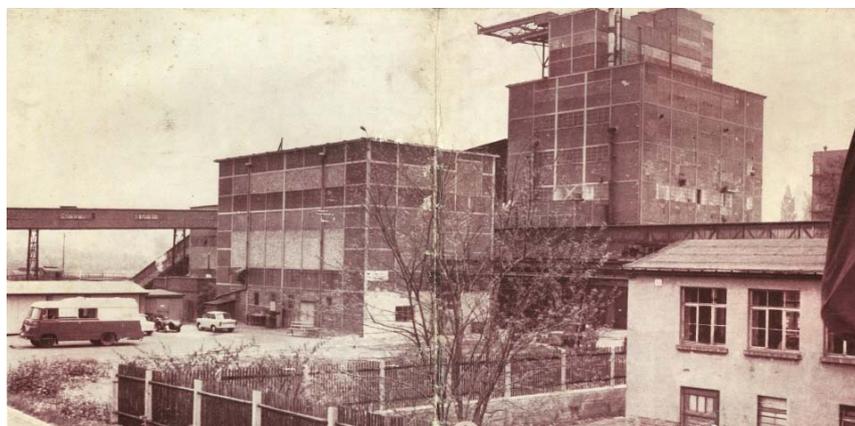
#### 2.1.1 Historie, Leitbild und Bebauungsplanung

Die Flächen der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG und des geplanten Energieparks Kulkwitz gehörten früher zum Standort des Landkraftwerks Kulkwitz, welches bereits 1910 den Betrieb aufnahm.



*Bild B2: Historische Aufnahme des Landkraftwerks Kulkwitz*

Hier wurde die in den umliegenden Tagebauen geförderte Braunkohle in Strom und später in Wärme umgewandelt. Im Laufe der Jahre kamen stetig neue Anlagen hinzu und die Kapazität des Kraftwerks wurde von anfangs 14 MW (1914) auf später 88 MW (1954) gesteigert. 1979 erfolgte die schrittweise Umstellung zum Wärmekraftwerk. Der Betrieb des Kohlekraftwerkes wurde schließlich eingestellt [GRU86]. Schon 1958/59 wurde in dem vorhandenen Schwelereigebäude und umliegenden Bauten ein Versuchsstand für Entstaubungsanlagen errichtet. Dieser gehörte ab 1974 zum damaligen VEB Entstaubungstechnik „Edgar Andre“ Magdeburg, wurde nach 1989 durch die Lurgi AG weitergeführt und im Jahr 1991 privatisiert.

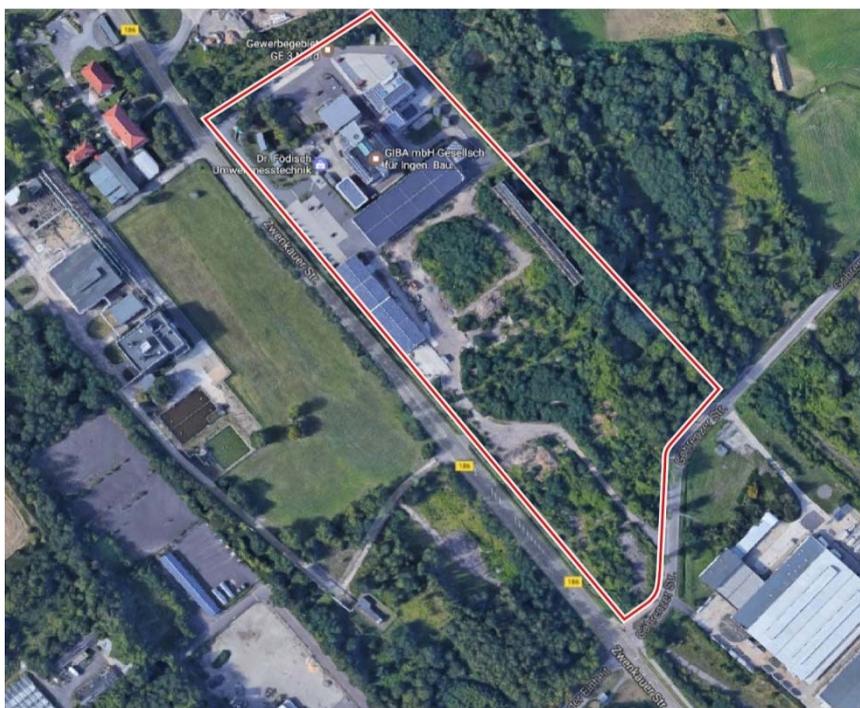


*Bild B3: Gebäudebestand am gegenwärtigen Haupteingang im Jahr 1974*

Die anliegenden Flächen wurden 1992 durch die Treuhandanstalt veräußert, die darauf verbliebenen Gebäude bis 2009 abgerissen. Von den Abrissarbeiten waren nur die oberflächennahen Bauten erfasst. Vorhandene Fundamente und Kellerräume wurden belassen und Hohlräume mit zerkleinertem Material aufgefüllt.

Die seinerzeit genutzten Gebäude wurden von 1996 - 1998 zum heutigen Firmensitz der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG um- und bis 2013 ausgebaut, die nicht genutzten Bauten bis 2008 zurück gebaut (*siehe Luftbild B1*).

Das gesamte im *Bild B4* eingegrenzte Gelände ist bauplanungsrechtlich über den Bebauungsplan Kulkwitz Gewerbegebiet GE3 Nord vom 26.06.1992 und 1. Änderung vom 01. 04. 1996 abgesichert. Darin erfolgte die Einstufung als Gewerbegebiet. Somit ist die Errichtung und Nutzung von Gewerbebetrieben aller Art, Lagerhäusern, Lagerplätzen und öffentlichen Betrieben, Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebäuden, Tankstellen sowie Anlagen für sportliche Zwecke zulässig.



*Bild B4: Standort Dr. Födisch AG mit angrenzendem Energiepark Kulkwitz*

Eine aktive Vermarktung der Gewerbeflächen durch den bisherigen Eigentümer der Nebenflächen brachte keinen Erfolg. Die geplanten Nutzungen kamen nicht zustande, so dass die Gebäude verfielen und das Gelände weitgehend verwilderte.

Im Jahr 2013 erfolgten eine Auflassungsvormerkung im Grundbuch und der Abschluss eines Pachtvertrages mit einem Leipziger Unternehmen, das die Vermarktung übernahm. In diesem Zusammenhang wurden Kontakte zu den Eigentümern der umliegenden Grundstücke geschlossen, die vom Bebauungsplan nicht erfasst sind.

Da sich diese Grundstücke im Außenbereich (§ 35 BauGB) befinden, wurde im gleichen Jahr ein B-Plan-Verfahren angebahnt, um das notwendige Baurecht für eventuelle Ansiedlungen von Gewerbe zu schaffen.

In Vorbereitung der Verfahren wurde zunächst ein Städtebauliches Leitbild für das gesamte Areal des Gewerbegebietes Zwenkauer Straße, Gemarkung Kulkwitz (einschl. des Energieparks Kulkwitz) erstellt [ums14]. Ausgehend von einer umfangreichen Bestandsaufnahme wurden darin Entwicklungsabsichten der Grundstückseigentümer und verschiedene Nutzungsvarianten dargestellt. Das hierin enthaltene Klammerthema „green energy“ drückt im Kern folgende vier Zielrichtungen aus:

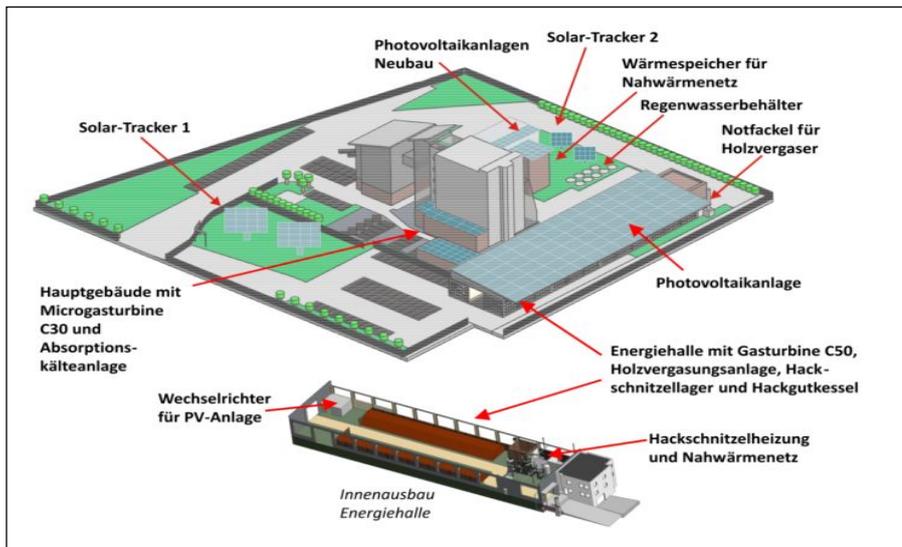
- Ansiedlung von Technologieunternehmen mit dem Fokus regenerativer Energien sowie Energieeffizienz,
- Weiterentwicklung und Vermarktung einer kostengünstigen Energieerzeugung, z.T. basierend auf nachwachsenden Rohstoffen,
- Implementierung bzw. Auswahl von hierzu nötigen Flächen der Energiespeicherung in die Gewerbegebietsstruktur als weiteren Bestandteil der Energiewertschöpfungskette,
- Aufbau geschlossener Energiekreisläufe innerhalb des Gewerbegebietes.

Unter dieser Zielsetzung soll künftig die gewerbliche Flächennutzung erfolgen. Im Jahr 2014 kam es so zur Anbahnung einer ersten Ansiedlung, die in 2017 ihren Betrieb aufnehmen wird. Weitere Interessenten kamen im Jahr 2016 hinzu, die Verhandlungen sind zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichtes noch nicht abgeschlossen.

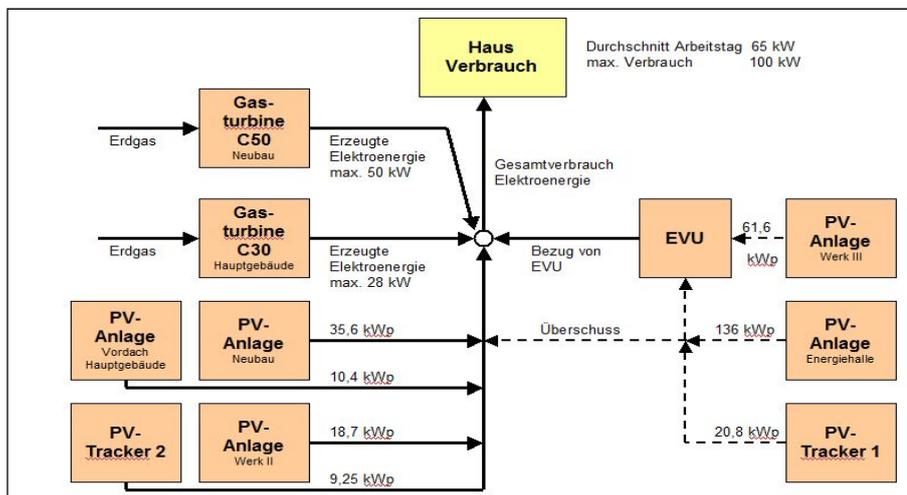
### 2.1.2 Energieerzeugungs-, Wasser- und Speicherpotentiale

Die Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG verfügt über eine Reihe von Anlagen zur Erzeugung von Energie und Wärme. Diese dienen in erster Linie der langfristigen Reduzierung der Betriebskosten des Unternehmens unter Nutzung erneuerbarer Energien und fossiler Energieträger in einem sinnvollen Mix.

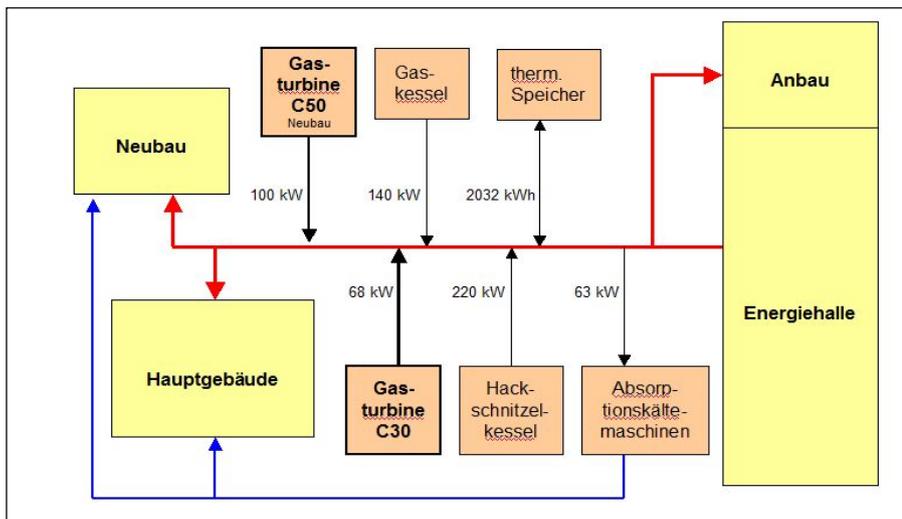
Zur Stromerzeugung bestehen 2 Microgasturbinen, die gleichzeitig Wärme bereit stellen. Darüber hinaus wird auch Strom von verschiedenen Photovoltaikanlagen genutzt. Ein Teil des erzeugten Photovoltaikstroms wird jedoch ins Netz eingespeist. Überschüssiger Strom der Microgasturbinen wird in einem Stromspeicher mit einer Leistung von 60 kWh aufgenommen, der im Bedarfsfall wieder entladen wird.



Grafik G1: Module zur Energieerzeugung der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG



Grafik G2: Schematische Darstellung der Energieerzeugung



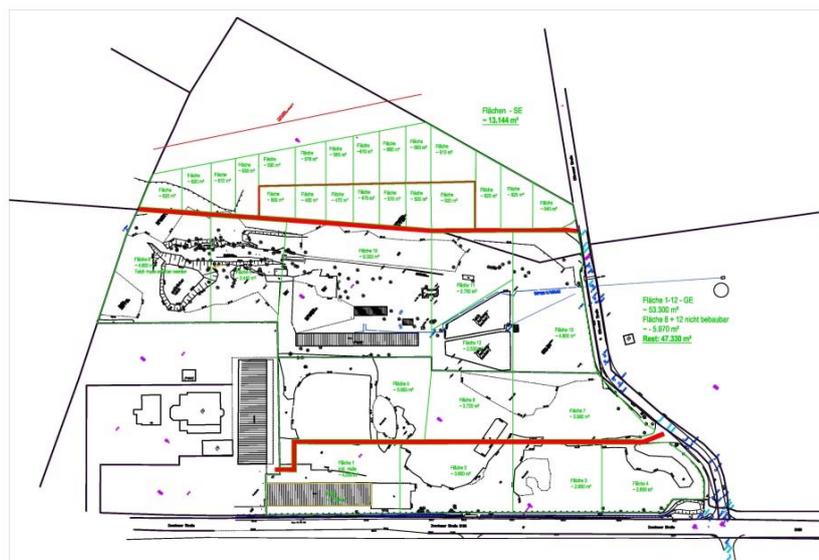
Grafik G3: Schematische Darstellung des Nahwärmenetzes

Die bei der Stromerzeugung produzierte Wärme wird zur Gebäudeheizung bzw. über Absorptionskältemaschinen zur Raumkühlung verwendet. Die Verteilung erfolgt über ein Nahwärmenetz. Ein thermischer Speicher nimmt die übrige Wärme auf und gibt sie bei Bedarf ab.

Perspektivisch ist vorgesehen, die Erzeugungs- und Speicherkapazitäten auszubauen. Dadurch können künftige Ansiedlungen auf den benachbarten Gewerbeflächen mitversorgt werden. Die Leitstelle für die energietechnischen Anlagen befindet sich im Anbau der so genannten Energiehalle. Diese kann auch als Leitwarte für den Versorgungskanal ausgebaut werden.

### 2.1.3 Versorgungs- und Flächenbedarf

Der konkrete Versorgungsbedarf kann gegenwärtig nicht abgeschätzt werden, da die Vermarktung des Geländes noch nicht abgeschlossen ist. Ziel ist die kleinteilige Aufteilung von Einzelflächen und Ansiedlung verschiedener Gewerbe sowie östlich angrenzenden Siedlungsbau (siehe *Grafik G4*).



*Grafik G4: Vorschlag zur Aufteilung von Gewerbe- und Wohnflächen*

Denkbar ist auch die Versorgung angrenzender Flächen südwestlich der Zwenkauer Straße (B 186) und südöstlich der Göhrenzer Straße (siehe *Bild B4*). Damit kann sich der Medienbedarf um das 2 bis 3fache gegenüber dem Ansiedlungspotential des Energieparks erhöhen. Dies ist bei der Trassenwahl des Versorgungskanals und den lichten Innenmaßen zur Aufnahme der Rohrleitungen und Kabel zu beachten. Die richtige Wahl der Reserveräume sichert die langfristige Nutzung des Kanals.

## 2.2 Erschließungsplanung

### 2.2.1 Voruntersuchungen

Die zu erschließende Fläche (ca. 3,5 ha in der Kernzone) ist weitgehend eben (ca. 119 m üNN). Die historische Bebauung lässt sich unterirdisch über Fundamente, Altleitungen und Kellergeschossebenen noch größtenteils nachvollziehen. In der Recherche zum Bestand an Leitungen (siehe *Anhang A* [1]), Gründungen ehemaliger Gebäude sowie Reste alter Schachtanlagen wurde deutlich, dass der Baugrund selten gewachsen bzw. unter den Auffüllungen sehr inhomogen ist. Bei den Bohrungen wurden u. a. teer- und ölhaltige Stoffe festgestellt. Dazu besteht ein hoher Grund- bzw. Schichtenwasserstand (mittlerer Pegel bei 1,60 m bis 2,20 m unter GOK), der für den weiteren Zubau sowie zum Zustand und Schutz erdberührter Bauteile zu beachten ist [MOK09].

Aufgrund der Vorbelastung der Erschließungsflächen wurden Aufgabenstellungen für weitere Voruntersuchungen, vornehmlich Baustoff-, Baugrund- und Wasseranalyse erarbeitet (siehe *Anhang A* [2]), die im Rahmen der weiteren Bauabschnitte zur Anwendung kommen. An ausgewählten Standorten werden Schürfe angelegt, um Baugrundkennwerte, z. B. an unmittelbar angrenzenden Fundamenten zu ermitteln.

Des Weiteren war eine Recherche zur Historie der Flächennutzung, eine anteilige Vermessung, Analysen zum Leitungsbestand, spezielle Baugrundwerte und weiteren hydrogeologischen Untersuchungen notwendig.

Der kurze Abriss soll die schwierigen Baugrundbedingungen zur Trassierung des Versorgungskanals verdeutlichen. Im Vergleich zu unbebauten Grundstücken ist erkennbar, dass überdurchschnittliche Erschließungsaufwendungen bestehen, die sich bei einer gebündelten Leitungstrassierung in einem Versorgungskanal auf die bauliche Hülle begrenzen lassen.

### 2.2.2 Trassierung des Versorgungskanals

Die Einordnung bzw. Trassierung des begehbaren Versorgungskanals unterscheidet sich von einer konventionellen Erschließung weitgehend homogener Flächen. Für den bereits erschlossenen Firmenstandort der Dr. Födisch AG wird ein Teil der Versorgung umgerüstet, indem unter einer Teilfläche (rund 6.500 m<sup>2</sup>) alte, störanfällige Leitungen ausgetauscht und gebündelt im Versorgungskanal verlegt werden. Die zu erneuernden Leitungen wurden medienspezifisch so bemessen, dass sie auch zur Versorgung der angrenzenden Brachfläche (Energiepark mind. 24.000 m<sup>2</sup>) genutzt werden können.

Die leitungsbezogene Erschließung des Energieparkes konnte sich im Projektzeitraum noch nicht auf grundstücksbezogene oder verkehrsplanerische Vorgaben sowie auf den Medienbedarf potentieller Ansiedler stützen. Der Verlauf orientiert sich deshalb vor

---

allem an der weiter zu nutzenden Bebauung und eines konzipierten Verlaufes der Haupteerschließungsstraße bis zur bestehenden südlichen Einfahrt (siehe *Anhang A* [3]).

Die erkennbaren Stichkanäle im *Anhang A* [3] in Richtung Südwesten zur Bundesstraße B 186 und nach Nordosten dienen der Versorgung weiterer Siedlungsflächen. Die lichten Abmessungen gehen von einem durchschnittlichen Medienbedarf bei vordringlicher kapazitiver Abdeckung aus Richtung des Energieparks aus. Eine separate Energie- und Wasserversorgung aus Sicht eines Regionalversorgers wird damit nicht betrachtet.

### 2.2.3 Hauptsächliche Planungsschritte

Im Rahmen der konventionellen Planung wurden folgende wesentliche Planungsschritte vollzogen:

- Bestandsanalyse (Medien, Gelände, Bebauung, Baugrund),
- Zielvorgaben (Eigentümer, Kanalbetreiber, potentielle Nutzer),
- Versorgungskonzept (Medien, Parameter, Entwicklungsziele),
- Variantenuntersuchung zur Lage und Verlauf des Versorgungskanals,
- Querschnittsoptimierung Kanalkubatur (Rechteck oder Kreis, Verlege-, Bedien-, Montage- sowie Reserveräume),
- Materialwahl (Stahlbeton, Stahl und Sonderbaustoffe),
- Auswahl baukonstruktiver Sonderlösungen,
- Betriebs- und Sicherheitskonzept (Betriebsstrom, Flucht- und Rettungswege, Lüftung, Entwässerung, Brandschutz, Bedienung, Montage, Wartung),
- rohrtechnische Vorplanung (Grob bemessung nach Medienbedarf),
- Höhenplanung (Gefälle, Decken- und Sohlhöhen).

Mit einem vollständig überarbeiteten Leitungsbestandsplan bestehender und künftiger Nutzflächen war es nun möglich, Trassenvarianten für den Versorgungskanal auch zur Neuordnung der Bestandssituation auf dem Gelände der Dr. Födisch AG wie zur Erschließung des benachbarten Energieparks zu untersuchen. Dabei wurden Randbedingungen heraus gearbeitet, die bei einer Weiterentwicklung des Kanals zu berücksichtigen sind. Dazu gehören:

- Die Kanaltrassen sollen alle Druckrohrleitungen (außer Anschlussleitungen) zur Erschließung des Energieparks aufnehmen. Die Parzellierung der Grundstücke, die Verkehrserschließung und die Kanaltrasse sind aufeinander abzustimmen.

- Schadhafte und störungsanfällige Bestandsleitungen sind im Bauabschnitt 1 A weitgehend in den Versorgungskanal zu integrieren.
- Es sind mindestens je 2 Einspeisepunkte für Strom, Erdgas und Trinkwasser vorzusehen, mit Einfluss auf den Verlegeraum und die technische Lüftung.
- Freispiegelleitungen unter Bestandsflächen sind zum Teil zu integrieren, mit Problemen zur Höheneinordnung im Kanal.
- Problematisch zum Stand der Planung erweist sich die Anpassung (der Umschluss) der vorhandenen Leitungen auf die neue bzw. erweiterte Verlegeform.
- Die perspektivische Verlängerung der Trassen zur Einbindung benachbarter Flächen ist bei der Konzipierung von Reserveräumen sowie Integration eines Ziel-schachtes für die grabenlose Leitungsverlegung zu berücksichtigen.

Aus vorgenannten Schwerpunkten ergab sich eine Vorzugsvariante zur Trassierung innerhalb der bestehenden Bebauung (siehe *Anhang A* [4]), mit der Besonderheit der Unterquerung einer Industriehalle mit beidseitigem Höhenversatz zur Minimierung der Trassenlängen. Für die sich daraus ergebenden Bauabschnitte 1 A (Bestandsflächen) und 1 B zur Erschließung der bestehenden sogenannten Kalthalle mit Anschlussbauwerken sind in Folge die Bauabschnitte 2 und 3 weiter zu planen (siehe *Bild B5*).

Als Hauptbaustoff wurde Stahlbeton ausgewählt, dem hinsichtlich seiner Eigenschaften, fachlichen Standardisierung und Verlegekosten der Vorzug gegeben wurde. Die Verwendung von Sonder- oder Experimentalbaustoffen stellen in diesem Projekt kein Entwicklungsziel dar.

Mit dem Anspruch an die Dauerhaftigkeit und Standsicherheit der baulichen Hüllkonstruktion ergab sich, dass der Lastfall „drückendes Wasser“ und die Nutzlast SLW 60 nach DIN 1072 (entsprechend Lastmodell nach DIN Fachbericht 101) für den gesamten ersten Bauabschnitt anzusetzen sind.

Aufgrund der nachgewiesenen Schadstoffe bei relativ hohem Schichtenwasserstand werden hinsichtlich Betongüte, Dichtheit und Fugenaufbau erhöhte Anforderungen an die Dauerhaftigkeit gestellt.

Die Verlegung einer Dränage zur Ableitung schadstoffhaltiger Schichtenwässer ist nicht vorgesehen. Sie würde zu vermeidende Lastfälle auf Gründungskörper künftiger Bebauung verschieben.

Im Zwischenbericht [GIB15] sind die Planungsschritte im Detail zum Status einer Entwurfsplanung textlich sowie durch Lagepläne und Schnitte dokumentiert.

## 2.3 Bautechnische Planung

### 2.3.1 Bauweisen und Konstruktionslösungen

Zur Erschließung des künftigen Energieparks Kulkwitz wurde u.a. aufgrund des anzu-treffenden Schichtenwassers sowie des Verdachts auf Altlasten die Errichtung eines Versorgungskanals in offener Bauweise in WU-Beton<sup>BA7)</sup> gewählt.

Ausgangspunkt für die Tiefeneinordnung des Kanals sind bekannte Probleme zur Tau-wasserbildung und Verkehrslastverteilung an gering überdeckten Kanaldeckenflächen. Durch die Gewährleistung einer Erdüberdeckung größer 1,00 m, kann sowohl auf eine zusätzliche Wärmedämmung der Decke als auch auf Zusatzbewehrung für Einzellasten verzichtet werden. Weitere Vorteile der ausreichenden Überdeckung sind die einfache Querung des Versorgungskanals durch erdverlegte Leitungen, die Gewährleistung ei-nes gleichmäßigen Straßenaufbaues über und neben dem Kanal sowie das Vorhanden-sein von Bodenstoffs als Wurzel- und Retentionsraum von Grünflächen.

Der Versorgungskanal gliedert sich in Kanalstrecken und Schachtbauwerke. Die bauli-che Hülle der Kanalstrecke verbindet die Bauwerke geradlinig und hat die Aufnahme der Medienleitungen sowie die Zugänglichkeit dieser sicherzustellen. Darüber hinaus dienen die Bauwerke, die zumeist an Knoten- oder Kreuzungspunkten der Trasse lie-gen, der Aufnahme von Bedien- und Ausstattungselementen. Neben der Festlegung des Kanalverlaufes zur Erschließung der Anschlusspunkte kommt der rohrtechnischen Vorplanung eine besondere Rolle zu. Ihr Ziel ist es, die Rohrdimensionierungen so ge-nau wie möglich, auch unter Berücksichtigung von zukünftigen Entwicklungen mittels Reserven, vorzugeben. Das für die Entleerung notwendige Medienrohrgefälle sollte über die Kanalneigung sichergestellt werden. Dadurch ergeben sich Entleerungs- und Entlüftungsarmaturen, Pumpensümpfe, Montageöffnungen sowie Rohrbögen zur Kom-pensation der Rohrlängsdehnung in den Bauwerken.

Der Einsatz von 2,00 m langen Fertigteil-Rahmenelementen zur Errichtung der Kanal-strecke ermöglicht den zügigen und damit effizienten Bau der längsorientierten Hüll-konstruktion. Die gewählte Fertigteillänge ist vor allem der notwendigen Reichweite eines gängigen 100 bis 150 t Mobilkranes auch im Bauabschnitt 1 A sowie der einfa-chen Montage der ineinandergreifenden Fugenlösung mit Steckmuffendichtung als prüfbare und nachträglich abdichtbare Doppelgleitkeildichtung (siehe auch Punkt 3.2.1), geschuldet. Die werkseitig im Raster in Decken- und Wandflächen quer zur Kanalachse eingebauten Ankerschienen dienen zur Aufnahme aller Rohr- und Kabelun-terstützungen gemäß der medientechnischen Vorplanung, sodass sowohl die Erstin-stallation als auch die Nach-/Umrüstungen mit geringem Montageaufwand möglich sind. Die Rahmenkonstruktion, als statisch günstigste Querschnittsform, zeichnet sich

durch seinen geringen Montageaufwand, ohne instabile Montagezustände, sowie durch geringe Fugenlängen aus.

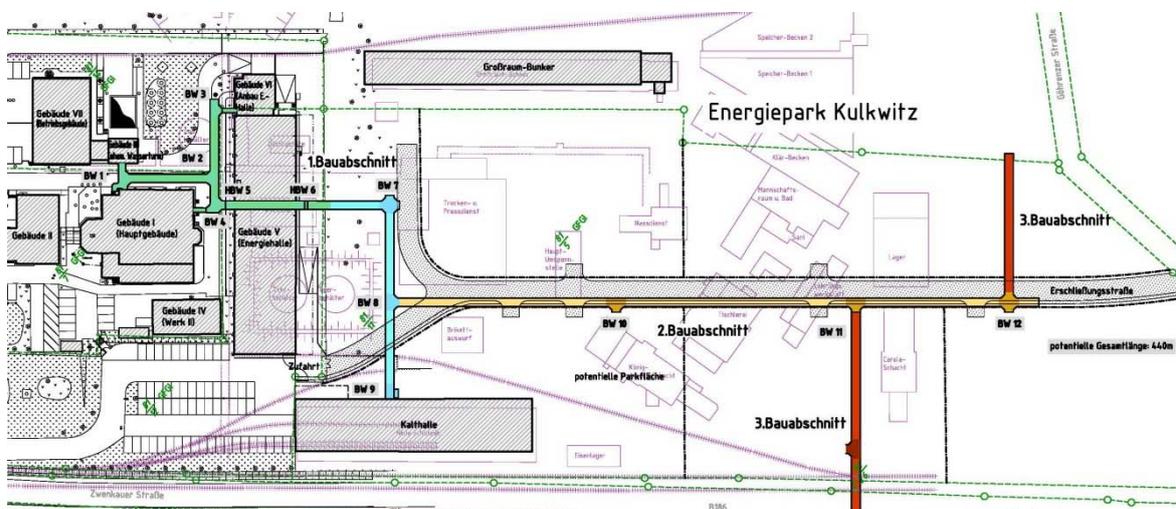


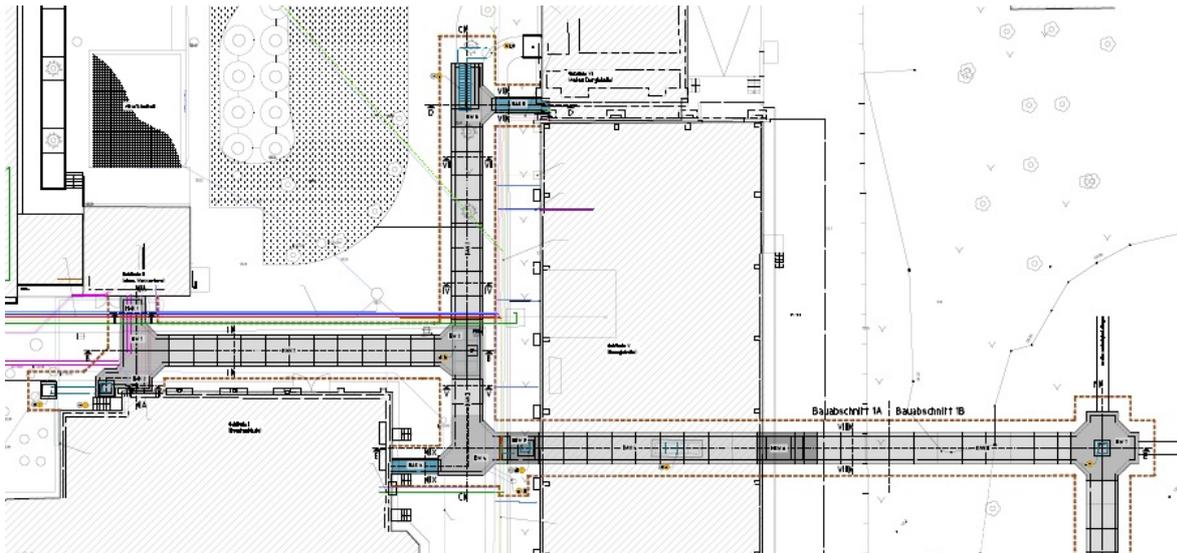
Bild B5: Lageplan zur Trassenführung des Sammelkanals

Die Schachtbauwerke besitzen eine achteckige Grundfläche. Sie reduziert in Folge den umbauten Raum und vermeidet unzugängliche Bauwerksbereiche hinter den doppelten 45° Bögen der Leitungsführung. Kurze bauwerksintegrierte Übergangsbauwerke nehmen die Querschnittsform sowie die Fugendichtung der Kanalstrecke auf oder können als „Zielfenster“ bei grabenlosen Medienanschlüssen dienen (siehe auch Punkt 3.2.2). Übergangsbauwerke, Bauwerkssohlen mit Pumpensämpfen sowie Bereiche um Deckenöffnungen werden in Ortbeton hergestellt. Wand- und Deckenflächen können in Ortbeton oder zur Reduzierung des Schalenaufwandes mit Hilfe von Halbfertigteilen / Filigranplatten errichtet werden. Zur Verringerung des Abdichtungsaufwandes ist der Einbau von Fugenbändern bzw. Fugenblechen vorgesehen. Analog der Kanalstrecke wird das System der Ankerschienen in den Bauwerken weitergeführt. Zur Realisierung der Überdeckungsanalogie zwischen Kanalstrecke und Schachtbauwerk sowie zum Freihalten des Bedienganges werden die Leitungsabbiegungen / -kreuzungen sowie Rohrbögen der im Anwendungsfall geringen Rohrdurchmesser im gitterrostüberdeckten Tiefbereich der Bauwerke angeordnet.

Die Hausanschlusskanäle, also die „letzten Meter“ des Gebäudeanschlusses werden begehrbar oder als nicht begehrbare Sonderlösungen ausgeführt, da verringerte Rohrquerschnitte, ggf. eine geringere Anzahl an Medien sowie Probleme der Gebäudenähe bzw. unzureichende Gründungstiefen mit Unterfangungen, zu berücksichtigen sind. Varianten nicht begehrbarer Hausanschlusskanäle sind im *Bild B7* dargestellt.

### 2.3.2 Bautechnische Lösungen nach Kanalabschnitten

Der geplante Versorgungskanal für den Energiepark Kulkwitz weist hinsichtlich seiner Erschließungsaufgabe Besonderheiten auf. Die Trassenabschnitte 1 B, 2 und 3 (siehe *Bild B5* blau, gelb und rot dargestellt) erschließen gegenwärtig ungenutzte, mit Altgründungen und Altleitungen belegte Grundstücksflächen. Entsprechend der Trassierung ergeben sich Nutzungspartellen, die der künftige Bebauung / Nutzung dienen.



*Bild B6: Detaillierter Lageplanausschnitt Trassenabschnitt 1A*

Dem entgegen hat der Trassenabschnitt 1 A (*Bild B6*) die Aufgabe, durch Umschluss von Leitungen bereits bebaute Flächen zu versorgen. Dabei folgt die Trassierung des Kanals Freiräumen zwischen der Bebauung. Gegenüber der Freiflächenerschließung, die hier kostengünstig im geböschten Graben erfolgen soll, zieht die Erschließung im eng bebauten Raum kostenintensive Baulösungen für Baulogistik, Baugrubenverbau und Gründungssicherungen sowie eine Interimsversorgung nach sich.

Für die unvermeidbaren Gebäudenäherungen und Hausanschlussbereiche im Abschnitt 1 A waren Bestandsrecherchen sowie Baustoff- und Bodenuntersuchungen unumgänglich. Resultierend aus den Ergebnissen werden Bohrpfehlwände bemessen und Lasten aus den Gebäuden auf die Hüllkonstruktion abgeschätzt.

Die nicht begehbaren Hausanschlusskanäle (siehe *Bild B7*) sind nur wenige Meter lang und ermöglichen zwar keine direkte Inaugenscheinnahme, jedoch eine vereinfachte Prüf- und Installationsarbeit bei verringertem Tiefbau- und Sicherungsaufwand trotz offener Bauweise. Dabei sind neben Rahmenelementen mit geringeren Abmessungen auch Stahl-Schutzrohrsysteme jeweils mit vorinstallierten Tragsystemen geplant.

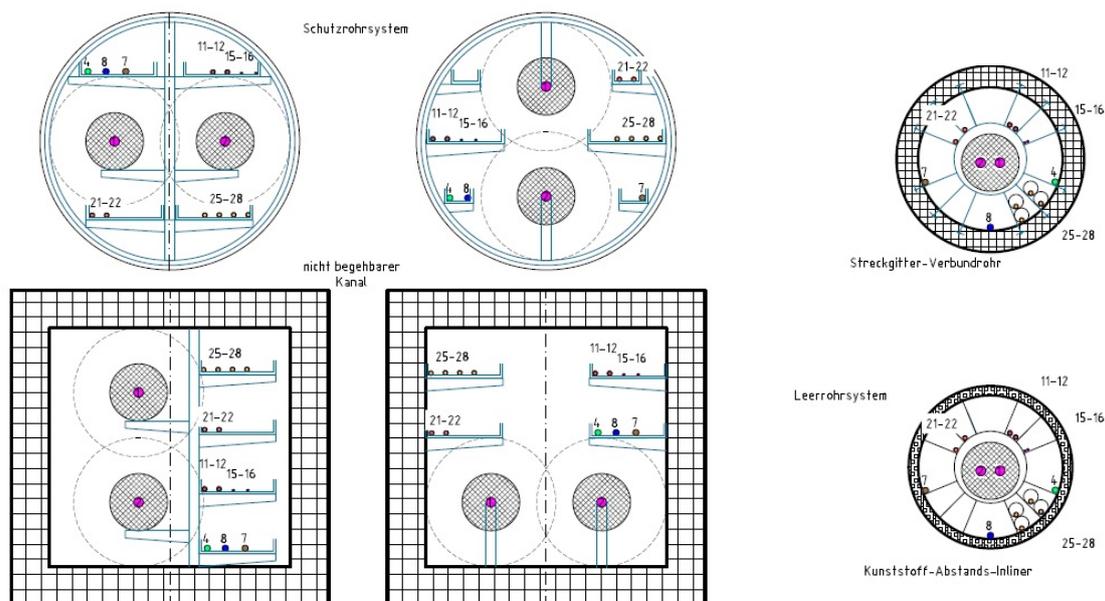


Bild B7: Varianten nicht begehrbarer Hausanschlusskanäle

Bei den Varianten „Streckgitter-Verbundrohr“ und „Kunststoff-Abstands-Inliner“ nicht begehrbarer Hausanschlusskanäle handelt es sich um Entwürfe von Leerrohrsystemen mit radialer Leitungsanordnung, wobei das Medientragsystem zur Aussteifung des Hüllrohres dienen soll.

Eine weitere Besonderheit der Erschließung des Abschnittes 1 A ist die Gebäudeunterquerung der Energiehalle, die hauptsächlich als Lager genutzt wird. Die Sohle der in Skelettbauweise auf Altfundamenten errichteten Halle, ist aufgrund des Geländegefälles deutlich über der Geländeoberkante angeordnet. Da zur Kostenreduzierung im Hallenbereich die Überdeckung des Kanales deutlich verringert werden soll, sind Höhenprünge als Übergang zwischen der gering überdeckten Hallenquerung und den ca. 1,00 m überdeckten Kanalabschnitten nördlich bzw. südlich der Halle notwendig. Dieser Höhenversatz der Hallenunterquerung gegenüber den anschließenden unterirdischen Kanalstrecken benötigt zur Begehrbarkeit eine Leiter bzw. Treppe (siehe Bild B8).

Neben der besonderen Beachtung der Leitungsverlegung und der Flucht- und Rettungswege wurde die Trennung der Lüftungs- und Brandabschnitte im Bereich der jeweiligen Übergänge berücksichtigt. Im unten abgebildeten Schnitt (Bild B8) sowie in den Schnitten der Anhänge A [5], A [6], A [7], A [8] und A [9] wird zur Vereinfachung auf die Darstellung der Kanalgefälle sowie der Bauwerksvertiefungen verzichtet. Ein entsprechender Entwurf des Höhenplanes ist im Anhang A [10] dargestellt.

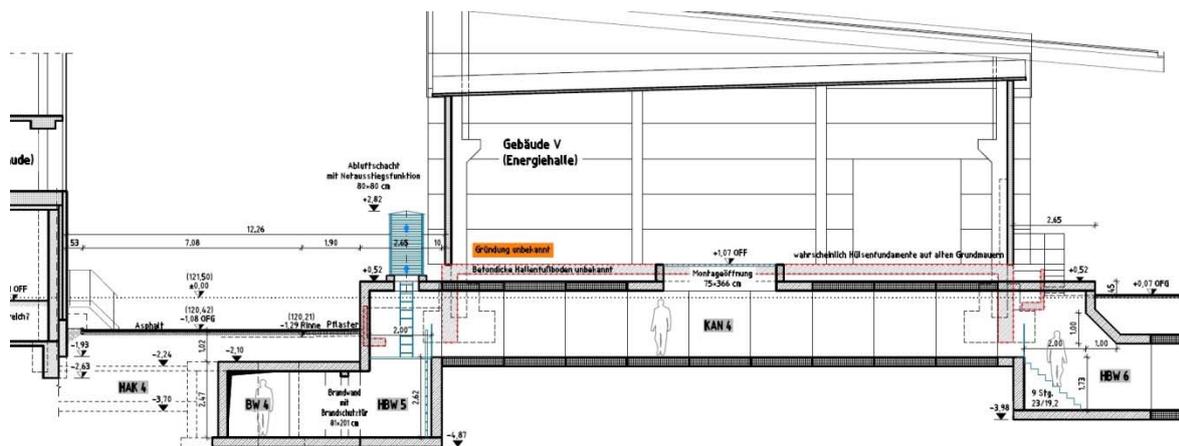


Bild B8: Schnitt durch den Versorgungskanal in Querung der Energiehalle

### 2.3.3 Medienbedarf und Leitungsanordnung

Die Ermittlung des Medienbedarfes sowie die Lokalisierung der Anschlussorte ist die zentrale Voraussetzung bei der Planung des Versorgungskanals mit Festlegung des Trassenverlaufes sowie Querschnittswahl des Kanals. Die Schwierigkeit besteht darin, neben der Bestandsanalyse den Bedarf über alle Medien für die gesamte Nutzungszeit abzuschätzen. Mit der Berücksichtigung entsprechender Reserveräume ist man in der Lage, zusätzlich zur Änderung von Betriebsparametern der Versorgungsmedien, durch Querschnittsanpassungen und Nachbelegungen auf Entwicklungen in der schrittweisen Gewerbeansiedlung zu reagieren sowie einen flexiblen Prozess der Gewerbegebietserschließung zuzulassen.

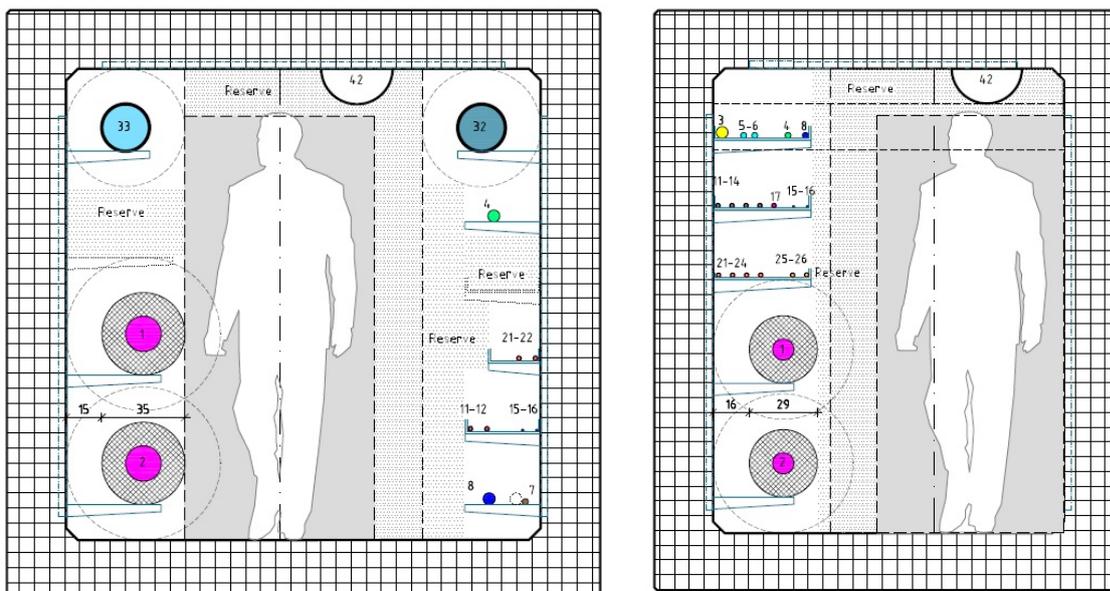


Bild B9: Kanalquerschnitt mit beidseitiger und einseitiger Medienanordnung

---

Bei der Querschnittswahl des Kanales (siehe *Anhänge A* [11], *A* [12], *A* [13] und *A* [14]) waren Kabellinien wie diverse IT-Kabel, verschiedenen Steuerkabel, Niederspannungskabel der Elektroenergieversorgung sowie der Eigenstromerzeugung aber auch Rohrmedien wie Nahwärme, Nahkälte, Gas, Druckluft, Trinkwasser, Brauchwasser sowie örtliche begrenzte Freispiegelleitungen für Dachwasser und Oberflächenwasser zu berücksichtigen. Bis zu einer bestimmten Medienanzahl sowie Leitungsgröße sind Kanalquerschnitte mit einseitiger Belegung ausreichend. Dabei werden die Leitungen mit hohem Eigengewicht und massiven Unterstützungsstrukturen unten, die leichteren Kabelkonstruktionen oben angeordnet. Auch bei der beidseitigen Anordnung wird aus Gründen der Tragkonstruktion in Wärmeseite und Kabelseite unterteilt. Bei nicht begehbaren Hausanschlusskanälen wird aufgrund der geringen Eigengewichte von dieser Herangehensweise, wie in *Bild B7* für Schutz- und Leerrohrsystem veranschaulicht, abgewichen.

Die technische Vorplanung der Kabelmedien dient unter Berücksichtigung der Kabeleigengewichte, der Mindestabstände zur optimalen bzw. beeinflussungsarmen Verlegung (siehe Abschnitt 3.2.6) der Dimensionierung des Kabeltragsystems sowie der Anordnung der Medien im Kanalquerschnitt.

Darüber hinaus erfolgt mit der rohrtechnischen Vorplanung die Abschätzung und Anordnung der Rohrquerschnitte unter Berücksichtigung der medienspezifischen Eigengewichte sowie Reserve- und Montageräume. Dabei wurden die Nennweiten anhand von personen-, gebäude- sowie gewerbespezifischen Verbrauchskennwerten berechnet sowie Werkstoffe und Dämmstoffdicken festgelegt. Stützweiten, Lagerlasten und Lagerausbildungen sind mittels der Rohrstatik und entsprechend der Rohrdimensionierung definiert (siehe *Bild B10*).

Neben Freispiegelleitungen ist die Gefälleplanung für Befüll- und Entleerungsvorgänge wasserführender Rohre notwendig, aber auch bei Druckluft zu empfehlen. Dabei werden Entlüftungsöffnungen am Hochpunkt sowie Entleerungsöffnungen am Tiefpunkt berücksichtigt. Die Kompensation der Wärmedehnung soll als natürliche Kompensation unter Ausnutzung der Richtungsänderungen des Kanals unter den Bediengangebenen der Schachtbauwerke, sog. Tiefbereiche, erfolgen. Kreuzungen von Freispiegelleitungen werden ausgeschlossen. Querungen und Näherungen der Medienleitungen sind in den Schachtbauwerken vorgesehen (siehe Beispiel im *Anhang A* [15]).

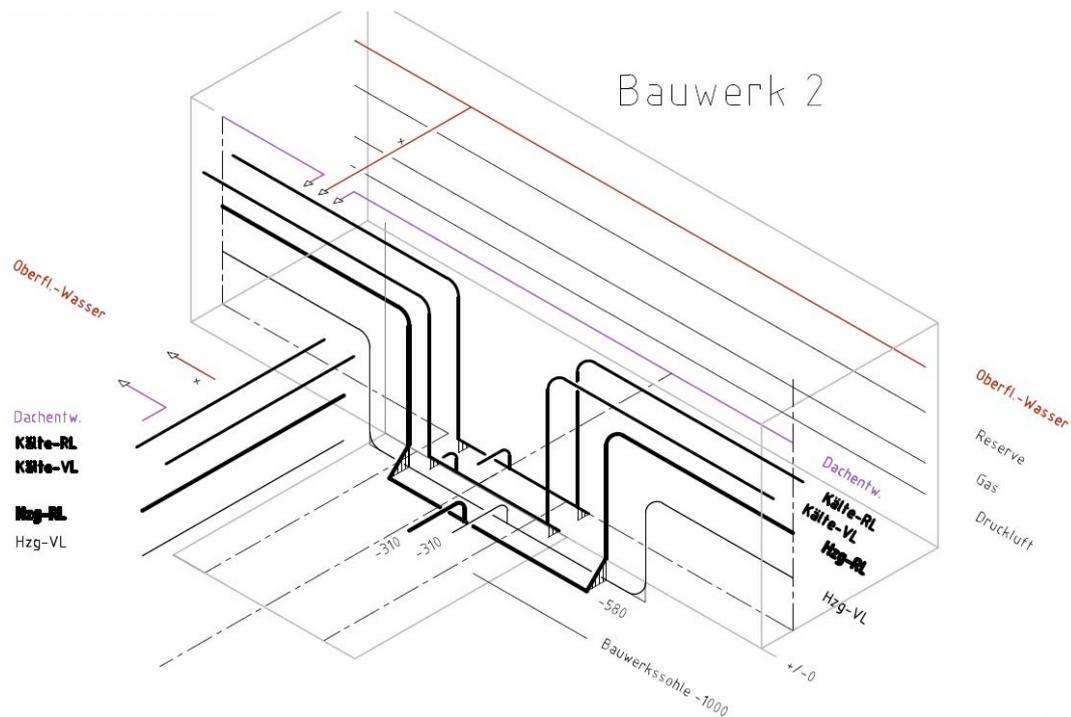


Bild B10: Isometrien der Heizleitungen am Beispiel des Schachtbauwerkes 2

#### 2.3.4 Ausstattung mit betrieblichen Einrichtungen

Neben der baulichen Hülle sind Ausstattungselemente für die Nutzung, den Betrieb sowie die Sicherheit des Versorgungskanals notwendig.

Die nutzungsspezifische Ausstattung für die Verlegung der Rohr – und Kabeltrassen basiert im Wesentlichen auf bauteilintegrierten Ankerschienen. Die Ausleger für das Kabeltragsystem werden mittels Hammerkopfschrauben an den Ankerschienen befestigt und nehmen die Kabel- oder Gitterrinnen auf. Die Unterstüztungs- und Lagerkonstruktionen entsprechender Rohrnenweiten werden ebenfalls auf diese Weise installiert (siehe auch Punkt 3.2.5).

Gitterrostflächen, Stufen, Treppen, Überstiege, Podeste und Abdeckungen gehören zu den betriebsbedingten Einrichtungen. Zum Einen dienen sie der Zugänglichkeit zeitweiliger Arbeitsräume an den Medienleitungen. Sie haben jedoch auch den Sicherheitsansprüchen der Flucht- und Rettungswege zu genügen. Ein- und Ausstiege, die dem direkten Zugang zu Bedienplätzen dienen, sind im Bauabschnitt 1 A und 1 B nicht vorgesehen.

Weiter ist ein Betriebsstromnetz mit Beleuchtungs- und Steckdosenanlage zur Inspektion sowie dem Betreiben und Warten der Leitungsanlagen vorgesehen. Pumpensümpfe sind an Tiefpunkten zur Entwässerung von Handhabungsverlusten und für planmäßige Rohrentleerungen angeordnet. Darüber befindliche Schachthälse dienen der

temporären, instationären Pumpschlauchführung und Ableitung des Wassers zu Einleitpunkten an der Geländeoberfläche. Dabei sind die Flucht- und Rettungswege frei zu halten. Aufgrund der zentralen Lage in Kreuzungsbauwerken werden in den Abschnitten 1 A und 1 B die Pumpschächte mit Montageschächten kombiniert.

Die Montageschächte selbst, auch Einfädelschächte genannt, die zum Teil mit befahrbaren, geländegleichen Abdeckungen ausgestattet sind, dienen vor allem bei der Errichtung sowie bei Umbaumaßnahmen dem Ein- und Ausbringen der Rohrstangen und Kabellinien in die angrenzenden Kanalabschnitte. Im Bereich der Energiehalle ist eine feuerbeständige Montageabdeckung vorgesehen.

Zur sicherheitstechnischen Ausstattung gehören die durchgängige Anordnung von Notausstiegen bzw. Ein- und Ausstiegen mit Notausstiegsfunktion sowie die Ausbildung des Flucht- und Rettungsweges mit Beschilderung inkl. Sicherheitskennzeichnung. Die Notausstiegsschachthälse sind im Bereich der Kanalenden, in Brandwandnähe sowie auf der Strecke zur Verkürzung des Flucht- und Rettungsweges auf maximal 100 m Abstand angeordnet und liegen oberflächlich in Grün- bzw. nicht befahrbaren Flächen. Die Notausstiegsabdeckungen sind mit Öffnungshilfen versehen.

Mit dem Einbau einer Brandwand aus Mauerwerk mit Brandschutztür und Schottung der Medienleitungen wird der nördliche Kanalabschnitt 1 A vor dem Höhengsprung in zwei Brandabschnitte getrennt. Weitere Brandwände mit Schottsystemen sind im Übergang zwischen den Hausanschlusskanälen und den Gebäuden vorgesehen. Die Brandabschnitte bilden gleichzeitig die Lüftungsabschnitte.

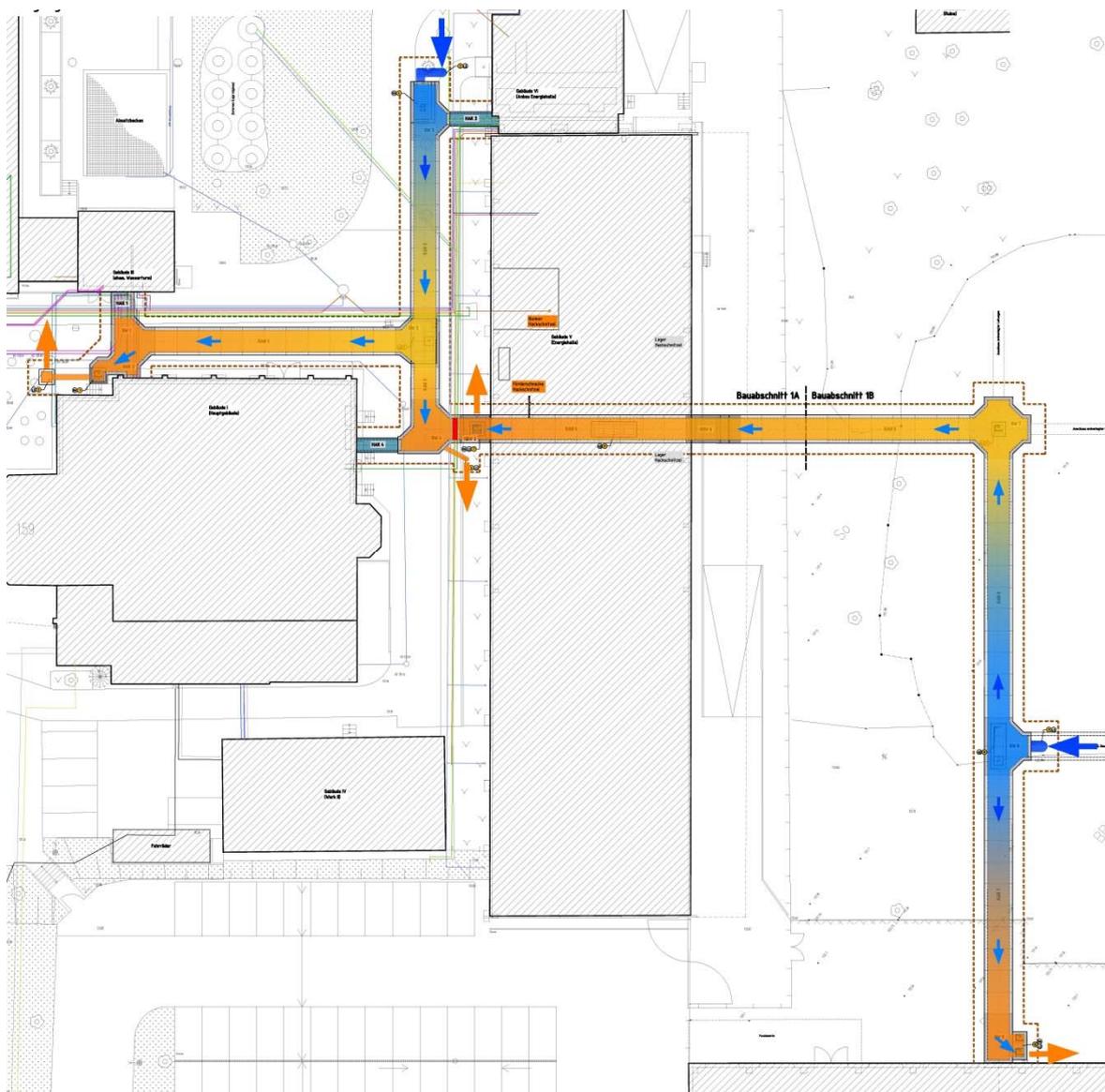
Der nördliche Lüftungsabschnitt (Lüftungsabschnitt 1 A) wird aufgrund seiner Verzweigung technisch belüftet. Dazu wird am nordöstlichen Abschnittsende im Bereich der Zugangstreppe ein sohnnahes Zuluftrohr mit einblasendem Ventilator und oberirdischem Lüftungsturm installiert. Das nordwestliche Abschnittsende erhält ein deckennahes Abluftrohr, welches in einem Schachthals endet, der wiederum durch eine Lüftungshaube abgedeckt ist. Am Abschnittsende vor der Brandwand wird ein deckennahes Abluftrohr mit sog. Lüftungsturm (feuerverzinkt / farblich beschichtet) errichtet.

Im weiter südlichen Verlauf des 1. Bauabschnittes (Lüftungsabschnitt 1 B) wird eine natürliche Lüftung ausgebildet (siehe dazu *Bild B11*). Die Frischluft wird über einen Lüftungsturm mit sohnnahem Lüftungsrohr in das Bauwerk 8 geleitet, welches dem lüftungsmäßigen Tiefpunkt entspricht. Von hier teilt sich der Frischluftstrom in beide Kanalrichtungen auf und bewegt sich langsam mit dem ansteigenden Kanalgefälle in Richtung der lüftungsmäßigen Hochpunkte an den Abschnittsenden. Im Bereich der Kalthalle strömt die erwärmte Abluft über die Deckenöffnung des Seitenschachtes und die Lüftungshaube aus. Vor der Brandwand bildet das Hochbauwerk mit Kombihaube den lüftungsmäßigen Hochpunkt. Die Kombihaube ist eine begehbare, regelbare Lüf-

tungshaube mit Tür für die Notausstiegsfunktion (*Anhang A [21]*). Die sich durch Ausnutzung der natürlichen Konvektion erwärmende Luft ist im *Bild B 11* farblich dargestellt.

Sämtliche Zuluft- und Abluftöffnungen sind mit einer Jalousieklappe ausgestattet, die dem Witterungsschutz dient (*Anhang A [21]*).

Zur Vermeidung von Berührungsspannungen wird die sicherheitstechnische Ausstattung durch eine Schutzpotential- und Erdungsanlage ergänzt.



*Bild B11: Lage und Wirkungsweise der Lüftungsabschnitte 1 A und 1 B*

## 2.4 Betriebs- und Sicherheitskonzept

### 2.4.1 Betriebliche Anforderungen

Neben der Schutzfunktion der baulichen Hülle können in den Versorgungskanälen Leitungen über Armaturen bedient, grabenlos ausgetauscht, ergänzt, erweitert oder zurück gebaut werden. Die technische Betriebsführung eines Versorgungskanals beinhaltet die Steuerung, Regelung und Kontrolle des Medientransportes (in der Regel Strom, Wasser, Gas und Informationen) in Rohrleitungen und Kabel. Die Begehbarkeit der baulichen Anlage ist somit nur eine allgemeine Eigenschaft.

Generelle Anforderungen zum Betrieb leiten sich aus medienspezifischen Fachstandards ab, wonach eine Anlage in einem ordnungsgemäßen Zustand zu betreiben ist. Gemäß einer Ordnung bedeutet auch, dass eine Betriebsordnung für jeden Versorgungskanal Ausstattung und Funktion der betrieblichen Einrichtungen sowie die organisatorischen Maßnahmen zum Betrieb vorgibt [GST99] und damit zur Versorgungssicherheit beiträgt. Für eigenständig betriebene Kurzstrecken genügt eine Betriebs- / Arbeitsanweisung [DGU12].

Die Grundlagen für die Organisation des Betriebs und der Instandhaltung begehrbarer Versorgungskanäle sind in einem Leitfaden zusammengefasst [GST02]. In weiterer Detaillierung existieren Werknormen, u.a. TN A 2.07, die Vorgaben für die spezielle Gestaltung von betrieblichen Einrichtungen wie z. B. Lüftungsanlagen zum Inhalt haben.

Das technisch – organisatorische Sicherheitsniveau wird über eine Gefährdungsbeurteilung zur Errichtung (anhand der Ausführungsplanung) und zum Betrieb (mit Inbetriebnahme der ersten Leitung) bestimmt. Aus der Vielzahl an Literatur eignen sich für den besonderen Anwendungsfall die technischen Regeln für Betriebssicherheit [TRB06] und die Leitlinien zur Arbeitsstättenverordnung [LAS09], die bereits in Fortschreibung der Muster – Gefährdungsbeurteilung [Rei09] genutzt wurden. Ergänzend ist der Leitfaden für ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept auf Untertagebaustellen [BGB07] zu beachten.

Die Betriebsstromanlage für den Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz wird nach DIN VDE 0100 installiert und hinsichtlich folgender Nutzungsanforderungen konzipiert:

- Netzform, Einspeisung (vorzugsweise doppelt), Komponenten im Stromweg, die Dimensionierung der Betriebsmittel und vor allem die Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 regelt ein spezielles Ausrüstungsnormativ zur Installation der Betriebsstromanlage. Die Anlage ist mit dem regionalen Versorgungsunternehmen abzustimmen [GST06];

- Die Beleuchtung wird als stationäre Grundbeleuchtung auf eine mittlere Beleuchtungsstärke von 100 Lux ausgelegt, dazu Schutzgrad IP 54 der Schutzklasse II. Die Lichtbänder werden nach Kanalabschnitten getrennt und durch die Leitstelle überwacht. Die Taster im Kanal sind selbstleuchtend.
- Die Steckdosenanlage wird für die Anwendung von Arbeitsmitteln und Kleingeräten ausgelegt (CEE 16 A, 400 V, nicht für stromintensive Abnehmer, z.B. Schweißgeräte).
- Eine EMSR - Anlage dient der Steuerung- und Fernüberwachung aller wesentlichen betrieblichen Komponenten. Sie wird auf die Leitstelle der Energieerzeugungsanlagen der Dr. Födisch AG geschaltet.
- Die Montage einer Schutzpotential- und Erdungsanlage [GST06] komplettiert die bauliche Anlage.

Die Ausrüstung und Instandhaltung der Betriebsstromanlage wird in einem separaten Ausrüstungsprojekt anhand der baulichen Ausführungsplanung vorgegeben.

Die Lüftungsanlage ist im Bauabschnitt 1 A als technische Lüftung und im Bauabschnitt 1 B als natürliche Lüftung auszulegen. Der Ventilator wird aufgrund seiner Lageanordnung an der Treppenanlage und zu Demonstrationszwecken so gewählt, dass er sowohl einblasend als auch absaugend wirkt und in Stufen regelbar ist. Die Bemessung und Prüfung der Wirksamkeit erfolgt nach Werknorm TN A 2.07.

Für die sich anschließenden Bauabschnitte 1 B und 2 ist der Nachweis einer wirksamen natürlichen Lüftung nach Inbetriebnahme durch Strömungsmessungen zu führen [DGU11]. Praxiserfahrungen zeigen, dass eine hinreichende natürliche Lüftung bei entsprechenden Höhendifferenzen und ausreichender natürlicher Konvektion sich erwärmender Kanalluft gegeben ist. Der Witterungsbezug ist im Vergleich zur technischen Lüftung dominierend. Regelklappen an den Zu- und Abluftöffnungen haben ein Einfrieren von Armaturen im Winter und die Taupunktunterschreitung an den Oberflächen zu verhindern. Die Regelklappen können von der Leitstelle angesteuert oder manuell betrieben werden.

Die Entwässerung der Kanalsohle dient u.a. der Ableitung von Handhabungsverlusten an den Rohrleitungen (Entlüftung, Entleerung, Undichtheiten, Reparaturen) oder von Infiltrationen bzw. Tagwasser (z. B. offener Schachtdeckel bei plötzlichem Starkregen). Eine Dränageanlage ist in diesem Projekt nicht vorgesehen.

Die Gestaltung und Bemessung der Entwässerungsanlage beginnt mit der Lageeinordnung des Kanals (Längsgefälle, Tiefpunkte), den Parametern Wasser führender Leitungen sowie der zu verwendenden Rohrwerkstoffe. Ein Längsgerinne ist auf der Kanal-

strecke nicht vorgesehen. Schachtbauwerke entwässern zu Pumpensämpfen entsprechend einem Sohlgefälle.

Entwässerungsabschnitte sind als Druck- oder Freigefälleentwässerung auszulegen. Entsprechend der Höheneinordnung sind beide Entwässerungsarten im Projekt vorgesehen. Entwässerungspumpen gehen über Dreistabsonden in Betrieb und werden fernüberwacht. Die Druck- und Freigefälleentwässerung wird über einen Übergabe-/Mischschacht an das öffentliche Netz angebunden, Letztere mit einer Rückstausicherung und Wassermelder.

Für die hydraulische Berechnung der Pumpen, Sämpfe und Rohre werden die Betriebserfahrungen im Kanalbetrieb heran gezogen. Beispielsweise muss bei Ausfall einer Pumpe die Entwässerung des Kanals in einem Zeitraum möglich sein, der ein gefahrloses Verlassen des Kanals ermöglicht. Die Bemessung der Entwässerungsanlage auf den Bruch bzw. das plötzliche Bersten einer Druckwasserleitung ist nicht vorgesehen.

Die vollständige Zugänglichkeit und Trittsicherheit wird über Ein- und Ausstiege, bzw. -gänge, einem Bediengang auf Sohlniveau, sowie auf Gitterrostflächen, Überstiegen, Podesten, Leitern oder Tritten gewährleistet. Die Mindestmaße für den Bediengang von 1,80 m Höhe und 0,80 m Breite [GST06] werden eingehalten. Zeitweilige Arbeitsplätze müssen nach Verlegung aller Leitungen genügend Bewegungsfreiheit bieten und entsprechend ausgeleuchtet sein. Stationäre bewegliche Arbeitsmittel wie Winden oder Seilzüge sind nicht vorgesehen.

Der bauliche Brandschutz setzt sich vorrangig über eine Stahlbetonkonstruktion mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten um. Angrenzende Kellergeschosse und die im Deckenbereich angrenzende Energiehalle werden zusätzlich durch Brandwände mit Leitungsschotten und brandlastspezifischen Montageschachtabdeckungen gesichert. Die Rauch- und Gasdichtheit wird in Querung der Energiehalle vollständig gewährleistet. Zur Verbesserung des vor- und nachsorgenden Brandschutzes sowie der Einbeziehung einer wirksamen Lüftung im Sinne der DGUV – Regel R 103-002 [DGU11] wird unter Punkt 3.4.3 auf ein Muster – Lüftungs- und Brandschutzkonzept eingegangen.

Eine stationäre MSR – Technik<sup>BA8)</sup> dient der jederzeitigen Funktionstüchtigkeit der betrieblichen Einrichtungen. Dazu gehören im 1. Bauabschnitt:

- mechatronisches Schließsystem (z. B. Verso Cliq),
- Überwachung der abschnittswisen Beleuchtung über die Leitstelle, zur Nachverfolgung des Aufenthaltes von befugten Personen bzw. bei Fremdzutritt,
- Lüfter- und Klappenregelung, mechanisch vor Ort und über die Leitstelle,

- Pumpensteuerung über 3-Stab-Sonde im Sumpf und an Sohlpunkten,
- Lagekontakte an Ausrüstungsteilen wie Deckel, Türen oder Jalousien,
- Klimamessungen (Temperatur, Luftfeuchte, ggf. stationär Schadstoffe),
- Rauchmelder an Übergängen von Lüftungs- und Brandabschnitten.

#### 2.4.2 Sicherheitstechnische Anforderungen

Zum Bau und nach Inbetriebnahme des Versorgungskanals wird eine Gefährdungsbeurteilung erstellt. Die Gefährdungsbeurteilung ist als Handlungsanleitung in Form von Arbeitsblättern aufgebaut und kann somit fortgeschrieben und inhaltlich bilanziert werden (Soll-Ist-Vergleich). Dabei sind jede spezifische Gefährdung zu analysieren, zu beurteilen, Schutzmaßnahmen festzulegen und Restrisiken zu bewerten. Die Umsetzung ist zu dokumentieren und fortzuschreiben.

Eine integrierte Risikoanalyse und -bewertung erfolgt insbesondere, wenn nicht ausreichende Maßnahmen zur Verringerung oder Beseitigung von Gefährdungen möglich sind. Ergänzend sind die Bezüge zum DGUV – Regelwerk und zu Dokumenten der Betriebsführung herzustellen [Rei09]. Die Verfahrensweise ist der *Tabelle T1* zu entnehmen.

Gefährdungsbeurteilung für begehbare Versorgungskanäle						
<b>Fall 1: Neubau</b> bei Errichtung einer selbstständig nutzbaren baulichen Anlage		<b>Fall 2: Betrieb / Instandsetzung</b> nach Inbetriebnahme sowie bei wesentlicher baulicher Veränderung		<b>Fall 3: nachträgliche Verlegung</b> bei zusätzlichen Gefährdungen durch Änder. im Leitungsbestand		
<b>A Gefährdungsanalyse:</b>						
Schritt 1: Festlegung der Betrachtungseinheiten			Schritt 3: Gefährdungsarten standortbezogen dokumentieren			
Schritt 2: Abgrenzung der Arbeitsmittel / Gefährdungsgruppen			Schritt 4: tabellarische Aufbereitung mit Bemerkungen			
<b>B Gefährdungsbeurteilung:</b> Kopfzeile und Ansatz						
Betrachtungseinheiten (BE) 1: Kanalabschnitt von A nach B				Beurteilungszeitraum: Monat / Jahr		
Nr.	Bauteile / Arbeitsmittel Gefährdungsfaktoren	mögliche + Gefährdungen an / durch	Schutzmaßnahmen X ggf. Risiken/Wechselwirkungen	Verweise	Aufgabe Nr. eri.	Ergänzungen (Kontrollvermerke)
<b>1. Mechanische Gefährdungen</b>						
1.1	<b>Bewegte Maschinenteile</b> * FW Elektroschieber	- einklemmen von Körperteilen durch plötzlichen Anlauf	Kennzeichnung und ggf. Kapselung	DGUV-Regel 112 Betriebshandbuch ...	1) ?	wenn zutreffend
<b>1.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen</b>						
X.Y fortlaufend		+ nähere Hinweise in der Gefährdungsanalyse je BE X ggf. Verweis auf die technische Risikoanalyse und -bewertung 1) nähere Erläuterung vordringlicher Schutzmaßnahmen in einer separaten Anlage				
<b>C Technische Risikoanalyse und -bewertung:</b>						
Das Gefahrenpotential und die Risiken trotz partieller Schutzmaßnahmen sind zu benennen. Die Risikobestimmung stuft das Schadensausmaß, die Aufenthaltsdauer von Personen, die Gefahrenabwendung und die Eintrittswahrscheinlichkeit ein. Zur Risikobewertung wird eine Risikoprioritätszahl (RPZ) durch Addition der Risikostufen gebildet und kommentiert.						
<b>D Kurzer Erläuterungsbericht:</b>						
(methodische Hinweise, ggf. Rangfolge zu Dringlichkeiten, Verweise zur Bestätigung und Übernahme)						



Tabelle T1: Verfahrensweise „Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung“

Die Fluchtwege- und Sicherheitskennzeichnung erfolgt mit lang nachleuchtenden Schildern nach DIN 67510 an ortsfesten Haltekonstruktionen. Die Piktogramme entsprechen den Gestaltungsgrundsätzen nach DIN EN ISO 7010. Für die gelieferten Schilder und Kennzeichnungen ist die Leuchtkraft nach EN ISO 3059 nachzuweisen. Zur Optimierung der Erkennbarkeit über einen relativ langen Zeitraum werden im Punkt 3.3.5 die Wechselwirkungen zwischen Beleuchtungsstärke, Anregungszeit nach Standorten und Leuchtdichte des Schildes erläutert.

Eine stationäre Sicherheitsbeleuchtung kommt im Regelfall nicht zum Einsatz; im Anwendungsfall nur, wenn eine Teilstrecke des Versorgungskanals als sog. „Besucherstrecke“ konzipiert wird.

Die Kennzeichnung von Gefahrenstellen erfolgt nach ASR A 3.4. Holme von Sicherheitssteigleitern werden mit grün – weiß nachleuchtender Signalfolie beklebt. Hindernisse im Flucht- und Rettungsweg, die das lichte Maß von 1,80 m x 0,80 m unvermeidbar einschränken, z. B. durch Armaturen oder Kabeltraversen, werden mit schwarz – gelb gestreiften und reflektierenden Schaumstoffen gegen Verletzung durch Anstoßen gesichert. Stufen an Überstiegen oder Tritten erhalten gelb – schwarz, reflektierende und rutschhemmende Signalschienen zur Minderung der Rutsch- und Stolpergefahr.

Entsprechend der Gefährdungsbeurteilung wird über die Installation weiterer Sicherheitstechnik, z. B. Rauchmelder an Brandschutztüren (siehe *Bild B12*), entschieden. Auf eine stationäre Brandmelde- oder Gaswarnanlage wird vorerst verzichtet. Jedoch ist die Nachrüstung über eine Schnittstelle vorbereitet, falls über die Verlegung von Erdgas oder technischen Gasen im Versorgungskanal entschieden wird.

Betonbauwerke sind in der Regel als nicht gasdicht anzunehmen, sodass unter besonderen Umständen Gase, Dämpfe, Stäube oder biologische Agenzien diffundieren können. Generell ist eine multisensorische Überwachung des Versorgungskanals zu einer Vielzahl an Schadstoffen denkbar. Eine entsprechende Aufschaltung ist über die vorzugsweise Verkabelung eines Bussystems nachträglich möglich.

Die DGUV – Regel 103 - 002 [DGU11] verlangt grundsätzlich vor dem Betreten von Schächten und Kanälen eine mobile Gasmessung, um eine Gesundheit gefährdende Atmosphäre auszuschließen. Mindestens frei zu messen sind Sauerstoff ( $O_2$ ), Kohlendioxid ( $CO_2$ ) und Methan ( $CH_4$ ). Entsprechend einer nicht auszuschließenden Vorbelastung am Altindustriestandort des Energieparks werden zusätzlich Kohlenmonoxid ( $CO$ ) und Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ) auf die zu verwendenden Mehrgas – Handmessgeräte aufgeschaltet.

Technische Weiterentwicklungen zur Verbesserung des Sicherheitsniveaus in begehbaren Versorgungskanälen sind im Punkt 3.3 näher beschrieben.



*Bild B12: Beispiel Rauchmelder mit Türkontakt zur Trennung zweier Brandabschnitte in einem Lüftungsabschnitt*

### 3 Weiterentwicklungen von Bauteilen und Betriebsmitteln

#### 3.1 Ertüchtigung von Versorgungskanälen

In der Bundesrepublik werden einige Versorgungskanäle seit über 100 Jahren betrieben, die bereits mit der 3. oder 4. Generation an Leitungsarten belegt sind und nach wie vor die Vorteile dieser Versorgungslösung auf Grund ihrer innerstädtischen Lage oder unter Liegenschaften wie Klinikflächen bestätigen [GST97].

Durch die *GIBA* erfolgt planungsseitig die Instandsetzung und *Ertüchtigung*<sup>BA9)</sup> derartiger Kanäle bei einer bisherigen Nutzungsdauer zwischen 20 und 115 Jahren. Dabei ist die Gewährleistung der Begehbarkeit in den Mindestmaßen von 1,80 m Höhe und 0,80 m Breite [GST06] das vordringliche Merkmal zur sicheren Durchführung wiederholender Inspektionen, Bedienhandlungen, Wartungs- und Montagetätigkeiten. Die Verlege- und Montageräume sowie zeitweilige Arbeitsplätze sind zum Teil den heutigen statischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen anzupassen.

Dazu gehören u. a.

- Anpassung an die aktuellen statischen und funktionalen Erfordernisse bei der Erneuerung von Bauteilen, insbesondere unter bzw. in Verkehrsflächen,
- Berücksichtigung von Einflüssen des grabenlosen Leitungsbaus auf die Bemessung und Gestaltung der baulichen Hüllkonstruktion,
- Schaffung von Bedingungen für eine Aufwandreduzierung bei wiederholender Änderung von Leitungsführungen,
- Verbesserung der Betriebsbedingungen durch Optimierung von Lüftungs- und Entwässerungsanlagen im und am Kanal,
- Verbesserung des baulichen Brandschutzes entsprechend der bauordnungsrechtlichen Einordnung der Versorgungskanäle,
- Weiterentwicklung von Stahleinbauten unter aktuellen funktionalen Gesichtspunkten,
- Verbesserung des Sicherheitsniveaus in den Versorgungskanälen nach den Grundsätzen der Prävention im Arbeitsschutz,
- Verbesserung des Planungs- und Betriebsmanagements durch Einsatzerweiterung von Modellen und Programmen aus der Versorgungswirtschaft.

Nachfolgende Teilprojekte stellen Weiterentwicklungen im Sinne der Aufgabenstellung dar. Damit wird ein Beitrag geleistet, dass derartige bauliche Anlagen, deren Nutzung ein Menschenalter überdauern kann, in die Lage versetzt werden, neue Medien (z.B. Breitbandkabel) oder neue Werkstoffe (z.B. Carbonbeton) mit veränderten Gebrauchseigenschaften aufzunehmen.

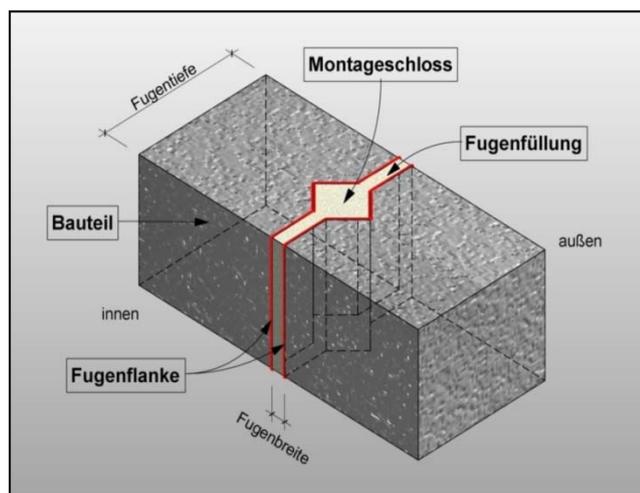
## 3.2 Bautechnik und Ausrüstung

### 3.2.1 Fugenkonstruktionen

Für eine wirtschaftliche Errichtung des Versorgungskanals werden verschiedene Konstruktionsformen (Kanalstrecken aus Fertigteilen, Bauwerkssohlen aus Ortbeton, Bauwerkswände und –decken aus Halbfertigteilen mit Ortbetonergänzung) und damit auch Tragwerksmodelle kombiniert. Dies bedingt unterschiedliche Bautechnologien, die konstruktiv und logistisch ineinandergreifen müssen. Dazu spielen nachhaltig sichere und dichte Konstruktionsverbindungen und –anschlüsse eine wesentliche Rolle für die langjährige Gebrauchstauglichkeit eines Versorgungskanals.

Aufgrund der modularen Verlegetechnologie aus Stahlbeton-Fertigteilen besitzen bestehende und neu zu errichtende Versorgungskanäle je nach Rasterweite der baulichen Hüllelemente einen hohen Fugenanteil (ca. 9 bis 12 Fugenmeter je Kanaltrassenmeter), der letztlich eine häufig wiederkehrende Schwachstelle darstellt. Eine ordnungsgemäße und sorgfältige Fugenabdichtung dient der langfristigen Widerstandsfähigkeit der Bauteile und damit der Dauerhaftigkeit, Standsicherheit und Funktionssicherheit der gesamten Anlage. Für den Lastfall „drückendes Wasser“ nach DIN 18195 sind die Fugen im Vergleich zu Abwasserleitungen als dauerhaft und dicht (u.a. durch verlegte Trinkwasserleitungen, Gesundheitsschutz beim Aufenthalt) unter Beachtung verschiedener Einwirkungen auf Decken-, Wand- und Sohlfugen auszulegen.

Der Aufbau einer Fugenkonstruktion folgt im Wesentlichen der Darstellung in *Bild B13* (Beispiel einer Stoß-/Elementfuge in Wandebene). Fugen bilden eine Trennung der angrenzenden Bauteile über die gesamte Bauteildicke (keine Scheinfugen). Die Vielzahl der Konstruktionsvarianten unterscheidet sich vor allem in Funktion, Lage, Fugentiefe, Fugenbreite, Profilform (ggf. mit Mörtel-/Montageschloss) sowie Fugenfüllung und etwaiger Dichteinlagen.



*Bild B13: Prinzip einer Fugenkonstruktion*

Gemäß den anerkannten Regeln der Technik werden wasserundurchlässige Ortbetonkonstruktionen gegen den jeweiligen Lastfall im Allgemeinen mittels innen- oder außenliegender Fugenbänder nach DIN 18197 oder (un-)beschichteten Fugenblechen mit einem allgemein bauaufsichtlichem Prüfzeugnis ausgebildet. Diese Fugeneinbauteile werden im Zuge des Betoniervorgangs direkt eingebettet und erhalten somit einen kraftschlüssigen Verbund mit dem Festbeton. Für Fugen zwischen Fertigteilen kommen indes nur Kompressionsprofile, die während der Elementefügung auf den Fugenflanken befestigt werden oder nachträglich aufzutragende streifenartige Beschichtungen auf Bitumen- oder Reaktionsharzbasis (mit Verstärkungsgewebe oder Dichtungsmembran) in Frage.

Spezielle Lösungen wie Injektionsschläuche oder verschiedene wasserquellfähige Dichtungsprofile (Bentonit oder Kautschuk) sind außerdem für besondere Bauteilanschlüsse denkbar. Injektionsschläuche können zunächst unverpresst in der Fuge bestehen und durch Anordnung von Einfüllstutzen, sogenannte Packer, an der Bauteiloberfläche (abgedeckt in sogenannten Verwahrdosen) bei Bedarf nachträglich mittels Reaktionsharz (meist auf Polyurethanbasis) gefüllt werden.

Nachträgliche Fugenabdichtungen in Folge unplanmäßiger Undichtigkeiten führen teils zu erheblichen Kosten wenn der Kanal dazu freigelegt werden muss (z.B. bei Außenabdichtungen). Andererseits kann unter anderem mit Injektionsverfahren in Anlehnung an das WTA-Merkblatt 4-6 [WTA14] und das ABI-Merkblatt [ABI14] eine Fugenabdichtung von innen effizienter erreicht werden. Die dafür herzustellenden Bohrlöcher (Abstand ca. 20 bis 30 cm) sind jedoch ebenso mit erhöhtem baulichem Aufwand verbunden und erzeugen, wenn auch örtlich begrenzt, gewisse Schädigungen bzw. Bauteilschwächungen. Die nachträgliche Abdichtung von innen gegen alle Lastfälle der Wasserbeanspruchung von außen regelt u.a. eine IBV – Werknorm [IBV17].

Für die Verlegung aneinandergereichter Kanalelemente in offener Bauweise bietet sich für den Anwendungsfall ein Dichtungssystem für die Fugen an, das zunächst unmittelbar nach dem Elementstoß planmäßig dicht und prüfbar sowie im Bedarfsfall nachträglich abdichtbar ist. Damit wird eine wesentliche Voraussetzung zur Sicherung der Dauerhaftigkeit und zur Senkung des Instandsetzungsbedarfs über die technische Nutzungsdauer der baulichen Hülle erfüllt.

Ein auf das Muffenspitzenende des Rahmenelementes (Sonderform mit angeformter Schulter) vorwiegend bauseitig aufgespanntes und mit dem Untergrund verklebtes Doppelkeil-Dichtungsprofil auf Elastomerbasis (EPDM = Ethylen-Propylen-Dien-Monomer) erbringt dabei die Fugendichtigkeit über den Anpressdruck der Kanalfertigteile. In regelmäßigen Abständen im Beton werkseitig eingebettete Ventile ( $\varnothing$  10 bis

15 mm) gewährleisten eine atmosphärische Verbindung zwischen dem Fugenraum und dem Kanalinnenraum (siehe *Bild B14*).



*Bild B14: Doppelkeil-Dichtung mit Prüf- und Verpresstutzen auf Spitzenschulter des Fertigteil - Rahmenelementes*

Unter Anwendung von Injektionstechnik können die Fugen über die Ventile im Sinne einer Dichtungsprüfung mit Wasser verpresst oder nachträglich grabenlos (ohne Tiefbau) mit einem Injektionsstoff nach DIN EN 1504-5 gefüllt werden. Der Injektionsstoff wird dabei vorrangig in die Hohlkammern des Doppel-Keilprofils transportiert, härtet dort aus und schafft im Fugenquerschnitt eine sekundäre Dichtungsfront. Dieser Prozess ist beim Einsatz weicher Dichtungsgele wiederholbar. Die verfügbaren Injektionsstoffe sind beständig gegen Abwässer und erfüllen die Anforderungen zur Verwendung in Stahlbetonbauteilen.

### 3.2.2 Stahlbetonbauteil mit Bewehrungsfenster

Die Tragfähigkeit von Stahlbetonbauteilen entsteht durch den kraftschlüssigen Verbund zwischen der Betonmatrix (verantwortlich für die Übertragung von Druckkräften) und den darin eingebetteten Bewehrungsstählen (verantwortlich für die Übertragung von Zugkräften). Dabei spielen die Bauteilgeometrie, die Festigkeiten der Einzelstoffe sowie der Querschnittsanteil der Bewehrung (Kombination aus Stabdurchmesser und -abstand) eine wesentliche Rolle. Diese sind im Rahmen einer statischen Bauteilbemessung in Abhängigkeit der inneren und äußeren Lastbedingungen für den planmäßigen Endzustand zu ermitteln.

Änderungen der Abnehmerstruktur auf Siedlungsflächen und Grundstücken bedingen häufig Anpassungen der technischen Infrastruktur (z.B. Rückbau oder Nachrüstung von Leitungen, Trassen- und Querschnittsänderungen, Energieträgerwechsel etc.). Die nachträgliche Einbindung von Kabeln und Rohrleitungen (Hausanschluss- oder abzweigende erdverlegte Leitungen) an bzw. in den Versorgungskanal erfolgt in der Regel mittels Kernbohrung herzustellender Wandöffnungen (selten auch in Boden- und Deckenflächen), die mit entsprechenden Dichtungseinsätzen ausgestattet werden.

Solche unplanmäßigen Bauteildurchdringungen verursachen aus statischer Sicht eine Schwächung des jeweiligen Bauteils. Mit zunehmender Öffnungsgröße kann dies eine vollständige Aufhebung der Tragsicherheit bedeuten. Somit besteht das Ziel, für die Hüllkonstruktionen der Kanalstrecken und Schachtbauwerke statische Systeme und Bauteil Ausführungen zu entwickeln, die eine nachträgliche flexible Einbindung erdverlegter Kabel und Rohrleitungen an nahezu jeder Stelle sowie den späteren Anschluss begehrter Kanalstrecken (an Bauwerken) derart zu ermöglichen, dass die herzustellenden Öffnungen keine wesentlichen Auswirkungen auf das Gesamttragwerk der baulichen Hülle haben. Zudem sollen für grabenlose Technologien (minimierter Tiefbau) zur Verlegung von Anschlussleitungen optimale Voraussetzungen geschaffen werden.

#### Schachtbauwerke:

Mit der Optimierung des umbauten Raumes bestehen die Hüllkonstruktionen der Schachtbauwerke, zum Teil in Halbfertigteil-Bauweise aus Stahlbeton (siehe Punkt 2.3.1 sowie *Anhang A* [16]). Die Außenwände setzen sich aus scheiben- und rahmenartigen Bauteilstrukturen zusammen. Während vollständige Wandflächen die Abgrenzung zum Baugrund darstellen, sind die Bereiche für abzweigende Kanalstrecken als Stützen-Riegel-System ausgebildet. Der Anschluss der jeweils abzweigenden Kanalstrecke an die Bauwerkswand erfolgt über eine spezielle Muffen-Steckverbindung mit prüfbarer Gleitkeildichtung, wie sie auch zwischen den Rahmenelementen der Kanalstrecken selbst zum Einsatz kommen (siehe auch Punkt 3.2.1). Dazu wird ein vorgefertigtes kürzeres Rahmenelement als „Muffen-Negativ“ mit Anschlussbewehrung in die monolithische Wandkonstruktion des Bauwerkes integriert.

Ungenutzte Kanalanschlussstellen der Schachtbauwerke (z. B. westliche und nördlichen Wandung des Schachtbauwerks 7, siehe *Anhang A* [17]) werden zunächst mit einem Stahlbeton-Fertigteil als sogenannter „Wanddeckel“ verschlossen, der analog den Kanalrahmenelementen auf das „Muffen-Negativ“ der Anschlussstelle passt. Die Fugendichtung wird durch die infolge Erddruck herrschende Pressung ebenso über die Gleitkeildichtung der Muffen-Steckverbindung erreicht.

Das Bewehrungssystem der Wanddeckel ist so ausgelegt, dass sie zunächst als vollständige Wandplatte wirken. Bei nachträglichen größeren Leitungsdurchdringungen

übernimmt ein innerer Bewehrungsrahmen die Tragwirkung. Innerhalb einer zulässigen Durchdringungsfläche („Bewehrungsfenster“), die nur die erforderliche Mindestbewehrung im Sinne der Rissbreitenbegrenzung enthält, können somit Öffnungen beliebiger Größe hergestellt werden, ohne dass die Standsicherheit und die Wasserdurchlässigkeit des Betonbauteils eingeschränkt werden. Eine Markierung der Systemgrenzen bzw. des ausbrechbaren Wandspiegels kann durch Oberflächenprofilierung mittels Dreikantleisten auf der Schalung erfolgen.

#### Kanalstrecken:

Analog den Wanddeckeln der Schachtbauwerke können die Rahmenelemente der Kanalstrecken in den Wandseiten mit einem ähnlichen „Bewehrungsfenster“ verminderter Stahlgehaltes (ca. 1,20 m<sup>2</sup>) ausgebildet werden. Dadurch entstünde eine hohe Flexibilität nachträglicher Anschlussstellen entlang der Trasse (*siehe Anhang A [18]*).

Der Einsatz von Kunststofffaser verstärkten Betonbauteilen wurde untersucht, ist jedoch im Sinne der statischen Mitwirkung und möglicher Einspareffekte bei der herkömmlichen Stahlbewehrung als vernachlässigbar zu bewerten. Zudem benötigen damit ausgestattete Betone für jede Anwendung spezielle Einzelfallprüfungen der Leistungsfähigkeit, was aus derzeitiger Sicht die Wirtschaftlichkeit erheblich vermindert.

Sämtliche für nachträgliche Durchdringungen geeignete Lösungen wie z.B. Pressdichtungseinsätze (*siehe auch Werknorm [KFW16]*) sind, auch ohne Fest-/ Losflanschbauteilen, in diesem Bewehrungsfenster umsetzbar.

### 3.2.3 Fertigteilsortiment für Deckenschächte

Die Instandsetzung von Schachthälsen<sup>BA10)</sup> mit nicht tagwasserdichten Altdeckungen bei begleitender Ertüchtigung von Ein- und Ausstiegen mit Notausstiegsfunktion (Notausstiege) stellt eine wiederkehrende Aufgabe in der Planung dar. Die lichten Schachtmaße betragen mindestens 80 cm x 80 cm [GST06].

Die Überdeckung der Versorgungskanäle schwankt meist zwischen 20 cm und 200 cm. Zum einen soll die Planung und Errichtung des Schachthalses schnell und effizient ablaufen, weshalb Fertigteilelemente zu verwenden sind. Zum anderen sind aus Kostengründen so wenig wie möglich unterschiedliche Elemente vorzuhalten. Eine Ausbildung der Schachthalshöhe im Raster von 5 cm ermöglicht eine flexible Anpassung an die Überdeckung des Kanals. Die Schachtelemente sollen mit baustellentypischen Hebegevätern transportierbar sein. Weiter sind bei der Systematisierung die Bedingungen der Außenabdichtung des Schachthalses sowie der Einbau der Schachthalsabdeckung zu berücksichtigen.

Die *Tabelle T2* zeigt die Vorzugslösungen unter den oben genannten Randbedingungen. Dabei dient der 10 cm bis 15 cm über Geländeoberkante ragende Schachtkopf aus Ortbeton zur Anpassung der Abdeckung mit Verlagerung der Anschlussfuge in den Bereich der erdüberdeckten Außenabdichtung.

Schachthöhe [in cm]	1. Element	2. Element	3. Element	4. Element	5. Element
30	SK (30)				
35	SK (35)				
40	SK (40)				
45	SK (45)				
50	SK (50)				
55	SK (55)				
60	30	SK (30)			
65	30	SK (35)			
70	30	SK (40)			
75	30	SK (45)			
80	50	SK (30)			
85	50	SK (35)			
90	30	30	SK (30)		
95	30	30	SK (35)		
100	30	30	SK (40)		
105	30	30	SK (45)		
110	50	30	SK (30)		
115	50	30	SK (35)		

Schachthöhe [in cm]	1. Element	2. Element	3. Element	4. Element	5. Element
120	50	30	SK (40)		
125	50	30	SK (45)		
130	50	50	SK (30)		
135	50	50	SK (35)		
140	50	50	SK (40)		
145	50	50	SK (45)		
150	50	50	SK (50)		
155	50	50	SK (55)		
160	50	50	30	SK (30)	
165	50	50	30	SK (35)	
170	50	50	30	SK (40)	
175	50	50	30	SK (45)	
180	50	50	50	SK (30)	
185	50	50	50	SK (35)	
190	50	50	50	SK (40)	
195	50	50	50	SK (45)	
200	50	50	50	SK (50)	
205	50	50	50	SK (55)	
210	50	50	50	30	SK (30)

Tabelle T2: Überdeckungsbedingte Systematisierung der Schachthalselemente

Ein zusätzlicher Transport der Abdeckung ins Fertigteilwerk wird dadurch nicht notwendig. Die sechs Schachtkopfhöhen aus Ortbeton (30 cm, 35 cm, 40 cm, 45 cm, 50 cm und 55 cm Höhe) können in allen Varianten zueinander angewandt werden und gewährleisten die Anpassung an das 5 cm-Raster der Schachthalshöhe.

Nur zwei Rasterhöhen an Schachthalselementen (30 cm und 50 cm) genügen, um die entsprechenden Schachthöhen auszubilden. Die mittels kleinen Hebeegeräten aufeinander zu setzenden Fertigteile vereinfachen und beschleunigen die Wiedererrichtung durch Abrufbarkeit aus dem Materiallager. Die Schubsicherung der Bauteile untereinander sowie auf der Deckenplatte erfolgt durch mittig angeordnete Verbindungsanker (Dollen) auf jeder Seite oder mittels werkseitiger Aufkantung.

Zu ergänzen ist, dass eine Ortbetonausführung für Schachthöhen < 60 cm unumgänglich ist, um nicht mehrere Fertigteile mit eingebauter Abdeckung vorhalten zu müssen. Lediglich für diesen Anwendungsfall sind individuelle Schal- und Bewehrungspläne anzufertigen. Der Einbau nur eines 30 cm hohen Fertigteiles mit einem Ortbetonringbalken von mindestens 20 cm ist hinsichtlich Bestellmenge ineffizient und bringt Probleme in der oberflächennahen Fugenabdichtung mit sich. Die Anzahl der notwendigen Schachthalsfertigteile würde sich bei Ortbetonverzicht für den Schachtkopf oder Vor-

halten von Schachtkopffertigteilen mit werkseitig eingebauter Abdeckung deutlich erhöhen.

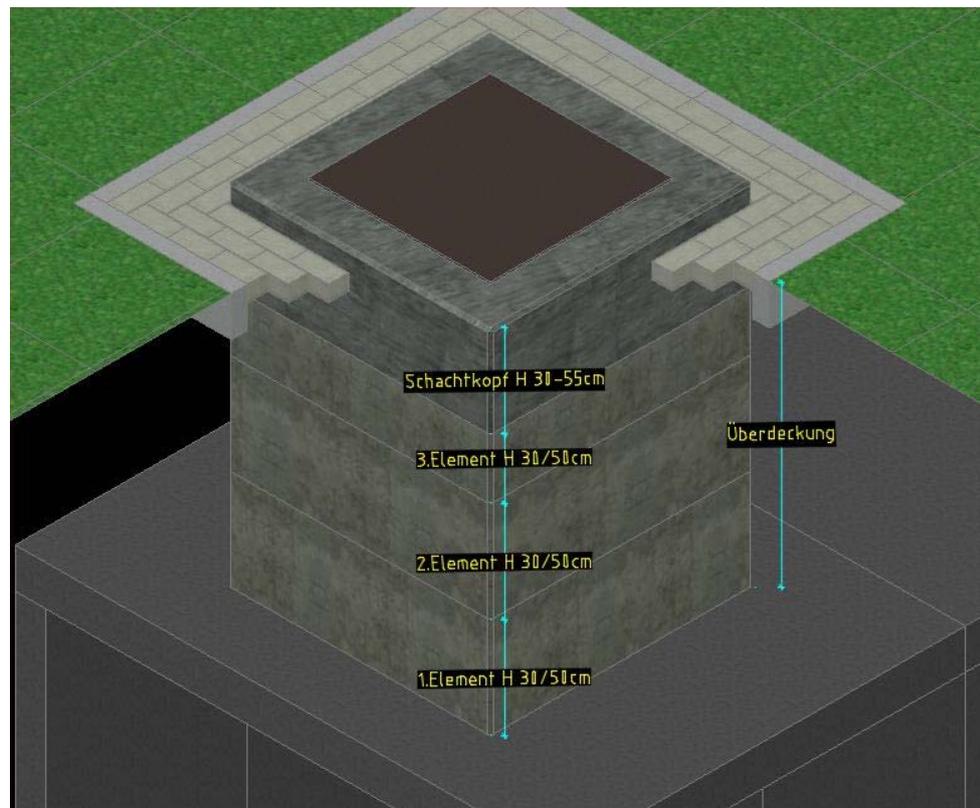


Bild B15: Darstellung eines Schachthalses mit Systemelementen

#### 3.2.4 Abdichtung oberflächengleicher Montageabdeckungen

Neben den zuvor beschriebenen Notausstiegen besitzen nicht tagwasserdichte Montageabdeckungen ein hohes Schadenspotential. Der Eintrag von Niederschlagswasser, Chloriden aus Taumitteln sowie Witterungseinflüsse, insbesondere Frost-Tau-Wechsel, führen zu einem erhöhten Verschleiß am gesamten Montageschacht, wie auch an angrenzenden Deckenkonstruktionen.

Große Fugenbreiten und der zum Teil planmäßige Verzicht auf abdichtende Elemente führen zu häufig beobachteten Wasserwegsamkeiten (siehe Bild B16):

- 1) über umlaufende vertikale Rahmenfuge, zwischen Rahmen und Deckeleinfassung, mit Austritt am Schachthals über die Auflagerfuge (bei 1a);
- 2) über vertikale Deckelstoßfuge mit Austritt an der Unterseite der Deckel (bei 2a);
- 3) über Zwischenraum/Fehlstelle zwischen Rahmen und Mörtel-Rückenstütze des Rahmens oder durch die Mörtel-Rückenstütze selbst, mit Austritt am Schachthals unterhalb des Rahmens (bei 3);
- 4) über Zwischenraum/Fehlstelle zwischen Betonfüllung und Deckeneinfassung, mit Austritt an der Deckelunterseite (bei 4a);

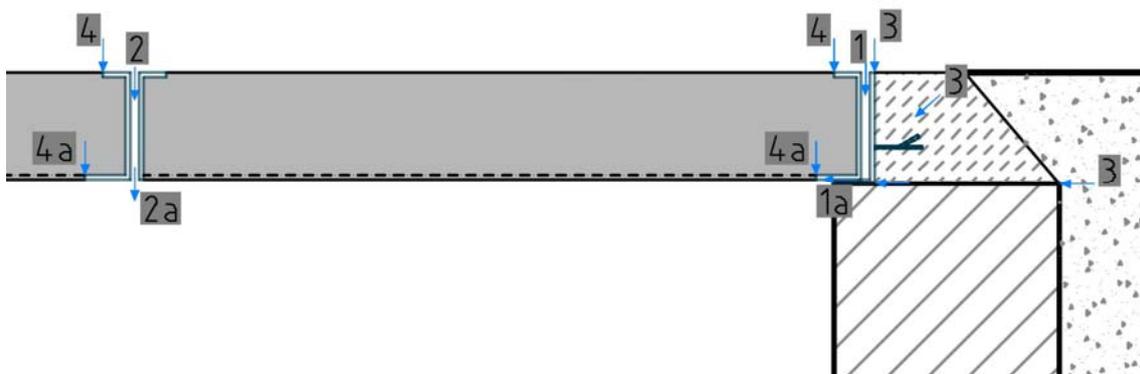


Bild B16: Wasserwegsamkeiten an Montageabdeckungen

Neben der unter 3) beschriebenen Hinterläufigkeit des Rahmens führt der Verzicht auf Einbau/Verguss des Rahmens in einen Schachtkopf, bedingt durch Korrosion der aufeinander bzw. aneinander liegenden Metallteile (Rahmen und Deckeleinfassung) oder durch Verkeilung infolge Verschmutzung der vertikalen Fugen, zum Abheben des Deckels samt Rahmen vom Schachthals.

Mit der Elektroenergieversorgung Cottbus GmbH wurde der Einsatz eines Bentonit-Quellfugenbandes für den Bereich der Auflagerfuge als kostengünstige und wartungsarme Fugenlösung erprobt. Die Größe der zu verwendenden Fugenbänder sollte den angetroffenen bzw. variierenden Fugenbreiten angepasst werden.

Während im Ausgangszustand das eindringende Wasser großflächig und verteilt die Schachthalswandung herunterlief, konzentriert sich der jetzige Wasserzutritt auf den Bereich der drei Deckelstoßfugen, da sich das Niederschlagswasser im vertikalen Rahmenfugenbereich sammelt.



Bild B17: Abdichtung der Auflagerfuge mittels Quellfugenband

Ergänzend stehen der Einbau eines angepassten, und u-förmig geklebten Fugenbandes in die Deckelstoßfugen sowie das Einlegen eines elastischen, geschlossenenporigen Fugenbandes, alternativ das Einbringen einer Bentonitpaste in die vertikale Rahmenfuge an. Die Wasserführung unter 3) und 4) sind im Bestand hinsichtlich ihrer Intensität als geringer einzuschätzen, weshalb für diese Undichtigkeiten vorerst keine Instandsetzungsmaßnahmen in Betracht gezogen wurden.

Alternativ sind Montageschächte nicht oberflächengleich, sondern unter Verkehrs- oder Grünflächen angeordnet, was die Dauerhaftigkeit allgemein erhöht. Bei Nutzung des Montageschachtes, z. B. zum „Einfädeln“ von Rohren, ist jedoch der Verkehrswegebau aufzunehmen und nach Abschluss der Montageprozesse wieder herzustellen, sowie die Abdichtung zu erneuern. Dieser geringe Tiefbauaufwand ist der Grund für die allgemeine Charakterisierung einer aufgrabungsarmen Verlegetechnologie. Die Entscheidung über die Art der Höheneinordnung ist im Wesentlichen vom Leitungsbestand und der zu erwartenden Komplettierungs- und Austauschprozesse abhängig.

### 3.2.5 Flexibles Kabeltragsystem

Bestehende Kabeltragsysteme stammen zumeist aus der Bauzeit der Kanäle und entsprechen häufig nicht mehr den heutigen Betreiberanforderungen. Dies ist durch Beschädigungen, Überbelegungen sowie Fehlanordnungen von Leitungen begründet.

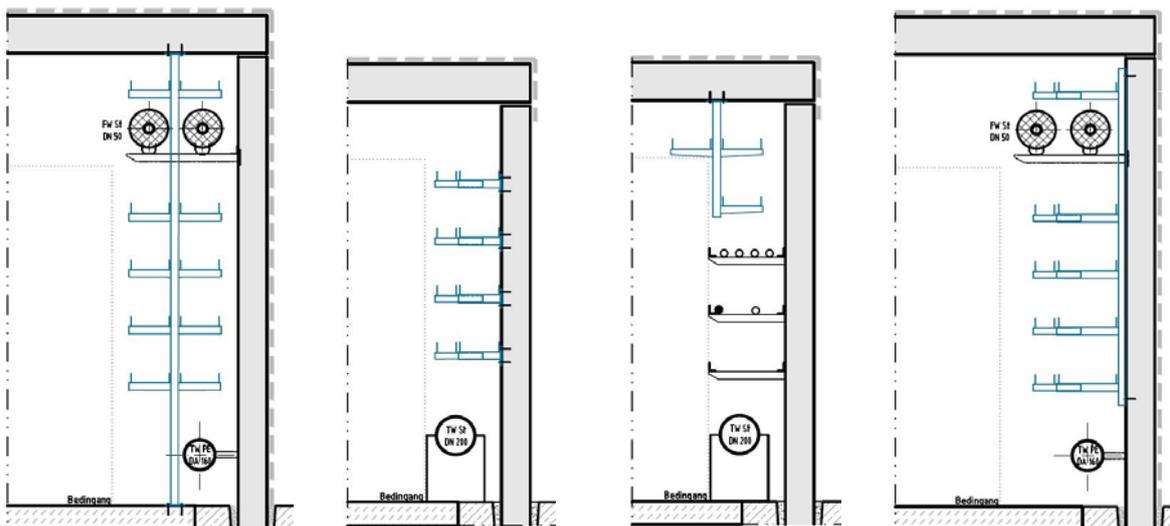


Bild B18: Bestandsbeispiel Kabeltragsystem

Unter Berücksichtigung der Mindestabstände und der optimalen Anordnung der Leitungen (siehe Punkt 3.2.6) sowie dem Freihalten des Bedienganges und der Reservieräume, muss ein Kabeltragsystem auch in der Lage sein, sich den Bedarfsänderungen der Kabelinfrastruktur anzupassen.

Viele Bestandskanäle weisen werksseitig in die Wandplatten eingebaute Kontaktplatten auf, um das Kabeltragsystem mittels Schweißverbindungen aufzunehmen. Dies hat den Vorteil, dass keine aufwändige Bohrlochanordnung den meist nur 15-20 cm dicken Wandquerschnitt und damit dessen Dichtigkeit schwächt. Auch können Fehlbohrungen auf Bewehrungsstahl vermieden werden.

Die nachfolgenden Abbildungen (siehe *Bild B19*) veranschaulichen unterschiedliche Tragsysteme und Anordnungsvarianten. Aus Sicht des Kanalbetreibers weist die Ständeranordnung (Variante a) die meisten Vorteile jedoch bei höchstem Materialaufwand auf. Die Vorzüge sind vor allem durch den einfachen Lastabtrag gekennzeichnet. Befestigungsmittel dienen lediglich der Lagesicherung des Ständers und können so gewählt werden, dass Fehl- und Undichtigkeitsstellen ausgeschlossen werden können. Ein Nachrüsten von Ebenen ist leicht und ohne besondere Berücksichtigung der Befestigungsmittel möglich. Aus Sicht des Kabelbetreibers stellt der Ständer bei Nach- und Änderungsbelegung auf den hinteren Ebenen ein gewisses Hindernis dar.



*Bild B19: Grundvarianten für Kabeltragsysteme: Ständer (a), Wandausleger (b), Hängestiel (c) und Wandschiene (d)*

Das Wandauslegersystem (b) ist durch geringe Materialkosten gekennzeichnet, dazu flexibel anzuordnen, weist jedoch einen hohen Bohraufwand auf. Dazu ist bereits bei der Bemessung der Auslegerbefestigung die mögliche Nachinstallation der Einschubausleger zu berücksichtigen.

Gegenüber dem Wandauslegersystem hat ein System mit Hängestiel (c) den Nachteil, dass die gesamte Belastung aller Ebenen auf einen Befestigungspunkt konzentriert wird, was jedoch den Bohraufwand mindert. Die Belastung der Dübel auf Zug sowie die potentielle Dichtigkeitsschwächung der Kanaldecke stellen weitere Nachteile dar.

Eine vierte Grundvariante für Kabeltragsysteme ist mit der Wandschiene (d) dargestellt. Die Verwendung einer Wandschiene, die zur variablen Aufnahme der Ausleger dient, zeichnet sich durch eine flexible Bohranordnung aus. Dabei wird die bessere Flexibilität und Nachrüstbarkeit durch einen etwas höheren Materialeinsatz ermöglicht. Wie auch beim Wandausleger ist die Nachrüstbarkeit mit Einschubauslegern möglich, sofern die Wandbefestigungen dafür ausgelegt wurden.

Die horizontalen Kabelebenen, die als Gitterrinnen, Kabelrinnen oder Kabeltragwannen ausgebildet werden können, sind mittels Ausleger oder Konsolen in der Regel im Abstand kleiner 1,5 m zu unterstützen. Dieser Wert geht auf Herstellerangaben der Rinnen zurück und ist entsprechend der Belastung sowie den Forderungen zum Funktionserhalt gemäß Muster-Leitungsanlagen-Richtlinien (MLAR) sowie DIN 4102-12 ausulegen.

Nachrüstbare Systeme sollen dem Erfordernis der variablen horizontalen und vertikalen Anordnung von Auflagerebenen genügen, um einem wesentlichen Vorteil der Versorgungskanäle, der flexiblen und anpassungsfähigen Leitungsführung zu genügen. Dies erfolgt vor allem durch einschiebbare Auflagerverlängerungen oder durch Ständer bzw. Wandstützen aus C-Schienen zur Aufnahme von Anschraubauslegern mittels Hammerkopfschrauben.



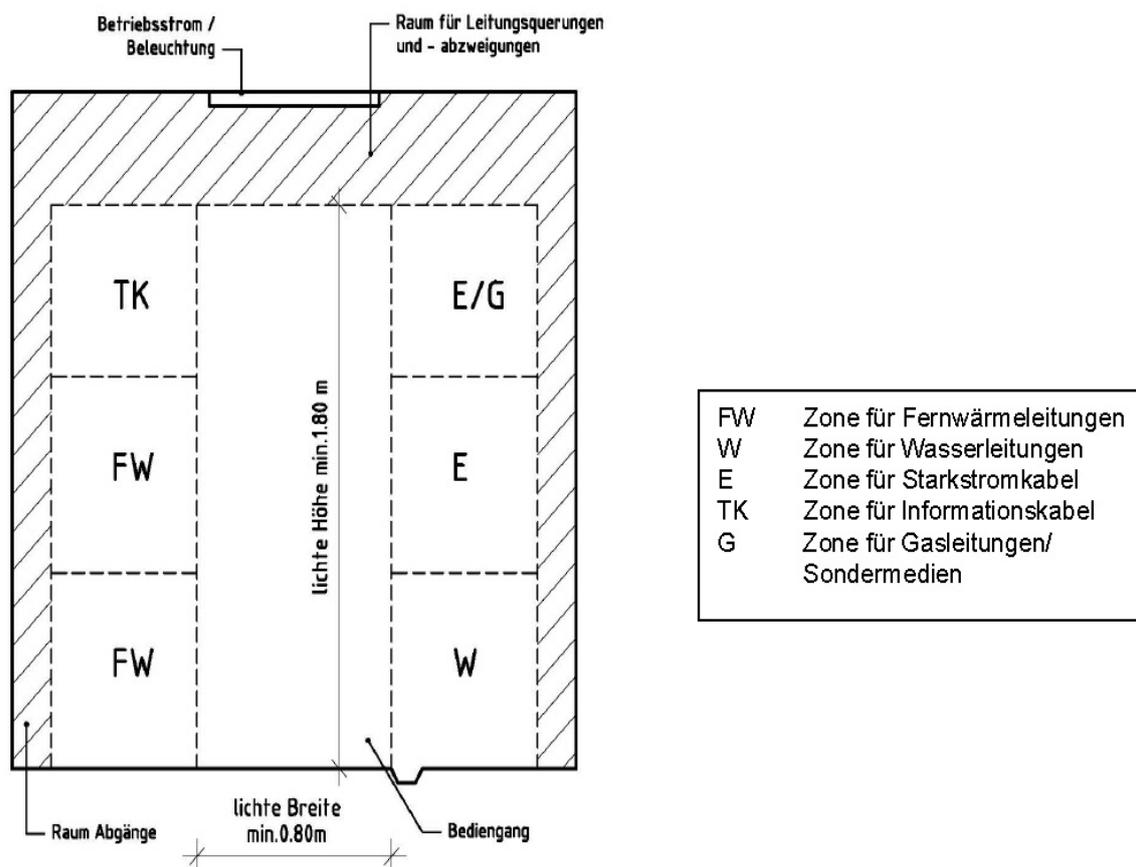
*Bild B20: C-Schienen und „Einschubausleger“*

Der Markt an Ausrüstungslösungen ermöglicht eine breite Anwendungspalette. In Abhängigkeit der Betriebsanforderungen, z. B. Temperaturbeständigkeit in der Nähe von Entlüftungs- und Entleerungsstutzen der Heizleitungen oder für den Brandfall gilt insbesondere das Kriterium des Funktionserhalts nach MLAR.

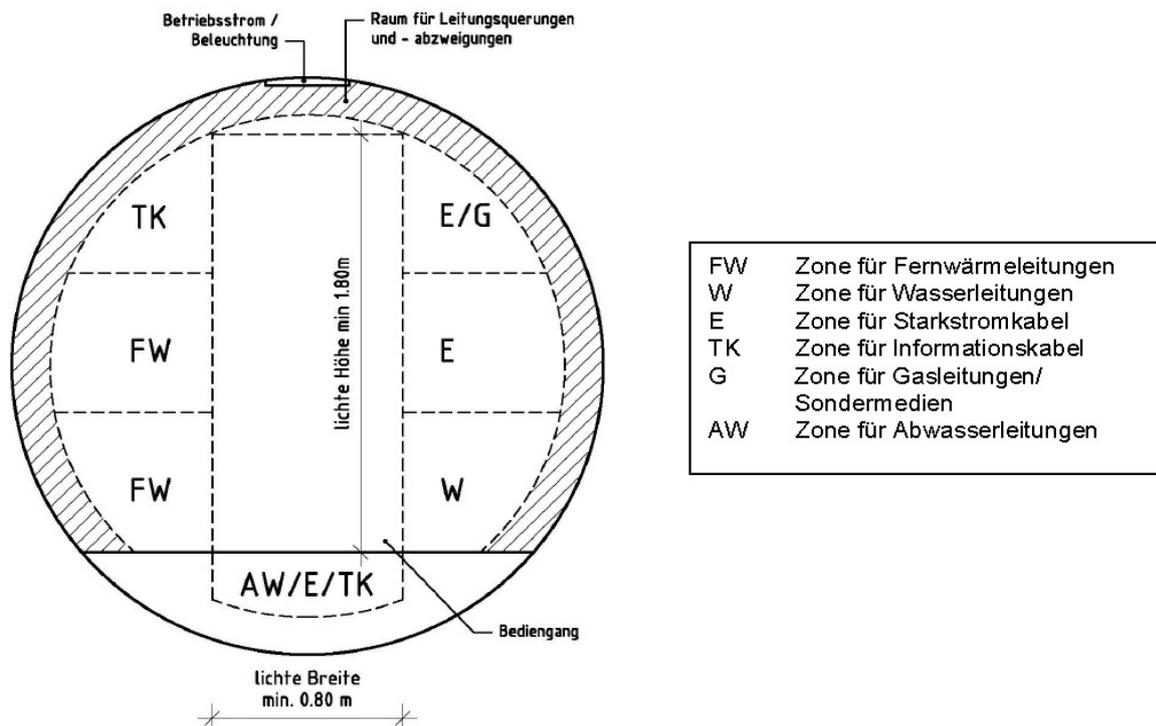
Trotz aktueller Entwicklungen [IVK17] sowie dem vermehrten Einsatz des Klebens in anderen Branchen und Anwendungsfeldern gehören Beton-Metall-Klebungen bisher nur im Bereich des Verklebens von Gewindestangen, Ankern und Schwerlastdübeln zum Stand der Technik. Wegen der erforderlichen Oberflächenbehandlung sowie dem notwendigen lastfreien Montagezustand bis zum ausreichenden Klebekraftaufbau eignen sich Beton-Metall-Klebungen nicht für das Aufkleben der Befestigungsschienen von Kabeltragsystemen auf Betonuntergründe mit üblicher Oberflächenrauheit.

### 3.2.6 Optimierte Leitungsanordnung

In der Grundlagenliteratur (Komplexrichtlinie Sammelkanäle [KSK76], GSTT - Statusbericht [GST97] und Stein [Ste02]) sind typische Schnittdarstellungen (Rechteck, Kreis, Sonstige) mit schematischen Leitungsbelegungen dokumentiert. In der generellen Anordnung, z. B. Wasserleitungen unten oder Gasleitungen oben, bestehen diese Grundsätze nach wie vor (vergleiche *Grafik G5 und G6*).



Grafik G5: Verlegeschema im Rechteckquerschnitt nach Werknorm TN A 2.07



Grafik G6: Verlegeschema im Kreisquerschnitt nach Werknorm TN A 2.07

In Neubauplanungen, wie bei Komplettierungen im Leitungsbestand (insbesondere durch die steigende Zahl von Anbietern für Kabelmedien) zeigt sich, dass die Verlege- und Montageräume schon aus Gründen der Baukosten begrenzt sind. Zur langfristigen Wirtschaftlichkeit eines begehbaren Versorgungskanals besteht zur Planungsphase die Schwierigkeit, die Verlege-, Montage-, Bedien- und Reserveräume für einen maximalen Bedarf in ca. 80 Jahren auszulegen. Andererseits müssen die unterirdischen Kubaturen als wesentliches Kostenelement minimiert werden.

Im Betrieb entstehen dann je nach Abstand zueinander, Dimensionierung, Materialeinsatz und Fahrweise gegenseitige Beeinflussungen. Zur Gewährleistung eines sicheren Betriebs und zur Minimierung von Gefährdungen bedarf es somit einer geordneten Leitungsführung, um die Leitungen vor mechanischen, korrosiven, chemischen sowie elektromagnetischen Einwirkungen [Naß15] zu schützen sowie die Flucht- und Rettungswege frei zu halten.

Im Rahmen der Werknormenarbeit [DRE15] bestand die Aufgabe lichte Mindestabstände zwischen Rohrleitungen und Kabel aufgrund der Wirkungen bei Normalbetrieb und der Gefährdungen bei Betriebsstörungen zu bestimmen. Als Beispiel wird die Notwendigkeit der Prüfung der Expositionsbedingungen für Mittelspannungskabel, u. a. bei hohen Prüfströmen, durch einen Sachverständigen benannt. Die lichten Mindestabstände zwischen Starkstrom- und Informationskabel regelt bereits eine DREWAG – Werknorm [DRE04].

Neben der übersichtlichen Gewährung von Mindestabständen in der Parallelverlegung (siehe dazu *Tabellen T3 und T4*) sind an Abzweigungen und Kreuzungen, im Bereich von Armaturen und Muffen, an Hüllrohren oder sonstigen Einengungen (z. B. Elektro- unterverteilungen) die notwendigen Mindestabstände und Arbeitsräume frei zu halten.

Weiterhin geregelt sind in der Werknormung die Kennzeichnung aller Leitungen, die Abstände bei gas- und wasserdichten Durchdringungen der baulichen Hülle sowie Brandwanddurchführungen brennbarer und nicht brennbarer Medien. Spezielle Medien, u.a. 110 kV Kabel, bedürfen jedoch einer gesonderten Beurteilung, z. B. in Form einer Sicherheitsbetrachtung [GIB14].

Nr.	Medium	Mindestabstand [mm] zu			
		Sohle	Wand	Decke	Bediengang
1	Trinkwasser	300	300	1000	150
2	Kaltwasser	300	200	200	150
3	Heizwasser	250	200	150	100
4	Dampf/Kondensat	1000	300	300	150
5	Gas	1000	200	300	150
6	Niederspannung	100	100	300	50
7	Mittelspannung	100	100	300	50
8	IT-Kabel	100	100	100	100
9	MSR-Kabel	100	100	100	100

Tabelle T3: *Mindestabstände der Rohraußenflächen / Kabelmantel zu Kanalinnenflächen bzw. zum Bediengang*

Nr.	Medium A \ Medium B	Mindestabstand [mm]								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Wasser (metall.)	200	200	300	300	300	300	300	300	300
2	Wasser (kunstst.)	200	100	300	300	300	200	200	200	200
3	Heizwasser VL/RL	300	300	210	200	300	300	300	300	300
4	Dampf/Kondensat	300	300	200	200	300	300	300	300	300
5	Gas	300	300	300	300	200	300	300	300	300
6	Niederspannung	300	200	300	300	300	D1	D2	100	100
7	Mittelspannung	300	200	300	300	300	D2	D1	100	100
8	IT - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D1	D2
9	MSR - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D2	D1
D1		Durchmesser gleicher Systeme (horizontaler Abstand)								
D2		größerer Durchmesser benachbarter Systeme (horizontaler Abstand)								

Tabelle T4: *Mindestabstände der Rohraußenflächen / Kabelmantel zueinander*

### 3.3 Sicherheitstechnik

#### 3.3.1 Brandwände

Bei begehbaren Versorgungskanälen handelt es sich um bauliche Anlagen im Sinne des Bauordnungsrechts. Daher sind alle brandschutztechnischen Anforderungen, die sich aus der Musterbauordnung sowie den spezifischen Landesbauordnungen auf bauliche Anlagen beziehen zu berücksichtigen.

Im Sinne eines rechtskonformen Neubaus bzw. der Instandhaltung und Ertüchtigung sind begehbare Versorgungskanäle unter Berücksichtigung der besonderen betrieblichen und sicherheitstechnischen Belange hinsichtlich dieser Anforderungen sowie weiterer Schutzzielvorgaben zu prüfen und daraus resultierende Maßnahmen umzusetzen. Für den Partner DREWAG NETZ GmbH erfolgte zum baulichen Brandschutz innerhalb der Werknorm TN A 2.07 [DRE15] die Erarbeitung des Regelungsbausteins zur Planung und Bau von Brandwänden in begehbaren Versorgungskanälen.

Inhaltlich wurden neben den grundsätzlichen Anforderungen des Bauordnungsrechtes und der eingeführten technischen Baubestimmungen zu Brandabschnittslängen, Feuerwiderstandsdauer raumabschließender Bauteile und Leitungsdurchdringungen in baulichen Anlagen auch Ergebnisse aus Einsatzübungen der Feuerwehr, projektbezogener Kompensationsmaßnahmen sowie schutzzielorientierter Vorgaben der Kanaleigentümer berücksichtigt.

Für die Trennung der Brand- und meist auch Lüftungsabschnitte in den Versorgungskanälen sind in vorgenannter Werknorm Vorgaben zu Materialien und Bauteilabmessungen für Brandwände festgehalten. Es erfolgten Festlegungen zum Einsatz bestimmter Schottungsarten bzw. Typenlösungen, um den besonderen Anforderungen innerhalb der Versorgungskanäle Rechnung zu tragen.

Unter Berücksichtigung rohrstatischer Berechnungen sind Standorte für Brandabschnittstrennungen und für den Einsatzfall geeignete Schotte auszuwählen, welche unter anderem in der Lage sind, sowohl axiale als auch laterale Rohrverschiebungen kompensieren zu können.

Es sind zusätzliche Unterstützungsstrukturen beidseitig von Brandwanddurchführungen für sämtliche Medien zu planen und einzubauen, um zusätzliche Kräfteeinwirkungen im Brandfall auf das Schott zu verhindern.

Ergänzend sind die Einwirkungen durch Leckagen (Wasseranstau bzw. Überflutung der Kanalsole) bei der Standortwahl wie auch der Höheneinordnung von Bauteilen zu berücksichtigen.



*Bild B21: Nachrüstung einer Brandwand im Bestandskanal*



*Bild B22: Montage von Kabelboxen zur Nachrüstung von Kabeln*

Insbesondere die Vielzahl an Kabel- und Rohrleitungen, deren Materialien, Querschnitte und zu befördernde Medien sowie die Maßgabe zur einfachen Nachbelegung bzw. zum einfachen Austausch von Kabelleitungen und Rohren seitens der Leitungseigentümer macht entsprechende Vorgaben unumgänglich. In Zusammenarbeit mit der DREWAG NETZ GmbH sowie der Materialforschungs- und Prüfanstalt (MFPA) Leipzig erfolgte die Prüfung und Erteilung von Zulassungen im Einzelfall aufgrund von Abweichungen der Größe von Brandschotten gegenüber den Vorgaben aus dem Verwendbarkeitsnachweis.

In Zusammenarbeit mit weiteren Sachverständigen für den baulichen Brandschutz und Produktherstellern wurden Lösungen entwickelt, um die Versorgungskanäle auch unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte in kürzere Brandabschnitte zu unterteilen, um die Schäden im Brandfall auf relativ kurze Kanalabschnitte zu beschränken. Hierzu zählt der Einbau sogenannter Brandsperren. Dabei werden sämtliche Kabelleitungen in

einem vorher bestimmten Trassenabstand mit sogenannten Brandschutzbandagen umwickelt, welche im Brandfall aufgrund ihrer intumeszierenden Eigenschaft aufquellen und eine Brandausbreitung verhindern. Rohrleitungen erhalten auf einer Mindestlänge von 5,00 m eine neue nichtbrennbare Isolierung sowie eine Stahlblechummantelung. Eine Rauchweiterleitung kann jedoch nicht unterbunden bzw. verhindert werden. Daher ist dieses System lediglich innerhalb von Lüftungsabschnitten zulässig.



*Bild B23: Einsatz von Brandsperren an Rohren und Kabeln*



*Bild B24: Einbau einer Rauchschutzklappe*

Sofern ein Lüftungsabschnitt in zwei oder mehrere Brandabschnitte unterteilt wird, kann der Einsatz sogenannter Brand- bzw. Rauchschutzklappen zweckmäßig sein. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz sogenannter Feststellanlagen (Beispiel *Bild B12*) an den Brandschutzabschlüssen, wenn die Bemessungswerte der Lüftungskonzeption größere Querschnitte erforderlich werden lassen. Beide Systeme sind stets unter Beachtung des jeweiligen Verwendbarkeitsnachweises auszuführen.

---

Der Einsatz derartiger Systemlösungen ist zudem mit dem Betreiber/Eigentümer des Versorgungskanals abzustimmen, da mit deren Einsatz zusätzliche Instandhaltungskosten aufgrund notwendiger Prüfungsintervalle verbunden sind.

In Weiterführung der bisherigen Planungs- und Prüfungsergebnisse sind insbesondere die Wasserbeaufschlagung von Bauelementen und Anordnung zusätzlicher Unterstützungsstrukturen an Fernwärmeleitungen im Bereich von Wanddurchdringungen zukünftig als weitere Entwicklungsbausteine zu untersuchen und die erstellten Normen fortzuschreiben.

In einigen Städten sind aufgrund unregelmäßiger Hochwasserereignisse und der Änderungen im Grundwasserspiegel die Versorgungskanäle durch Überflutungen gefährdet. Im Ergebnis derartiger Szenarien kommt es u.a. zu hohen wirtschaftlichen Schäden an Brandschotten und vor allem Brandschutzabschlüssen (z. B. Türen). Bei einem Instandsetzungstau kann dies zu weiteren Schäden im Zusammenspiel mit Brandereignissen und nicht mehr funktionsfähigen Brandschotten und/oder Brandschutzabschlüssen führen.

Brandschotte für Kabel- und Rohrleitungen können zum Teil bereits als zeitweise wasserunempfindliche Schotte ausgeführt werden. Brandschutztüren welche die Anforderungen im Versorgungskanal mit einer Feuerwiderstandsdauer von 90 Minuten erfüllen und beidseitig wasserunempfindlich sind, werden gegenwärtig am Markt nicht angeboten. Lediglich aus dem Bereich Schifffahrt existieren spritzwasserresistente Türen mit einem Feuerwiderstand von 60 Minuten. Inwieweit die Prüfgrundlagen zu derartigen Schiffstüren mit den bauordnungsrechtlichen Anforderungen übereinstimmen, wäre noch zu untersuchen.

Hinsichtlich der Anordnung zusätzlicher Unterstützungsstrukturen vor und hinter Rohrdurchdringungen mit Brandschutzanforderungen sind in Zusammenarbeit mit Eigentümern, Prüfsachverständigen oder Versicherungen Untersuchungen (z. B. Brandprüfungen) hinsichtlich der Aus- und Wechselwirkungen des zu transportierenden Mediums auf die Rohrleitung, das Brandschott, den Brandherd und bei Zerstörung des Rohres empfehlenswert. Im Ergebnis können ggf. zusätzliche Unterstützungen oder Zulassungen im Einzelfall entfallen und somit ein Einsparpotential bei der wirtschaftlichen und schutzzielorientierten Instandhaltung begehrter Versorgungskanäle generiert werden.

### 3.3.2 Klimagesteuerte Lüftung

Eine hinreichende Lüftung [DGU11] ist eine wesentliche Voraussetzung für den Personen- und Anlagenschutz unter Tage. Sofern eine wirksame natürliche Lüftung in der Mehrzahl der Jahresstunden nicht nachgewiesen werden kann, ist eine technische bzw. Zwangslüftung zu installieren. Für den Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz wird eine Zwangslüftung und eine natürliche Lüftung entsprechend der Randbedingungen und zu Demonstrationszwecken vorgesehen (siehe Punkt 2.4.1).

Da die Lüfter in der Regel nicht 24 Stunden pro Tag in Betrieb sind, wird ein Betriebsregime mit anteiligen Stunden natürlicher und technischer Lüftung über ein zentrales Steuergerät programmiert. Trotz Abhängigkeiten zur Witterung (Temperaturspreizung außen  $-15^{\circ}\text{C}$  bis  $+35^{\circ}\text{C}$ , rel. Luftfeuchte von ca. 40 % bis 95% und Windeinflüssen) ist eine Luftströmung um die 0,16 m/s [DGU11] im Kanal nachzuweisen, sodass ein Optimum in der Ventilator- und der Regelklappensteuerung gesucht wird.

Im Zeitraum des Förderprojektes besteht die Möglichkeit der Nachrüstung einer Lüftungssteuerung in einem zu ertüchtigenden Versorgungskanal im Zentrum von Suhl. Dabei wird ein Lüfter nachgerüstet, der verschiedene Aufgaben zu erfüllen hat. Die Aufgabenstellung für das Steuergerät, welches die ZILA GmbH entwickelt, weist ca. 10 Zielkriterien der Lüfterschaltung aus (siehe Lageplan als *Anhang A* [19]), die ein witterungs- und betriebsstörungsabhängiges Lüftungsregime ermöglicht.

Mittels einer intelligenten Steuerung wird kontrolliert, bedarfsgerecht und somit auch energieeffizient ein aktives „Durchlüften“ von Versorgungskanälen gewährleistet. Dabei werden sowohl der Anlagen- als auch der Personenschutz umfassend berücksichtigt. Das Gerät kann in verschiedenen Betriebsarten genutzt werden und erfasst mittels Sensoren die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen im Versorgungskanal und der Umgebung. Entsprechend den klimatischen Verhältnissen steuert es einen Abluftventilator in 3 vordefinierten Drehzahlstufen an. Zusätzlich werden durch das Gerät die gemessenen Klimawerte sowie die Lüftungszustände über einen Zeitraum von 12 Monaten erfasst. Diese Daten können jederzeit ausgelesen und weiterverarbeitet werden. Folgende Betriebsarten sind für die Steuerung vorgesehen:

#### A Normalbetrieb:

Automatische Überwachung der Klimabedingungen im Innen- und Außenbereich mit zusätzlichen Sonderfunktionen: Der Normalbetrieb dient dem Schutz der Bausubstanz als auch der Leitungen und Armaturen. Wenn die vorliegenden klimatischen Bedingungen für eine Reduzierung der Feuchtigkeit vorteilhaft sind, erfolgt eine minimale Grundlüftung mit einer Luftströmung um 0,16 m/s. Die Grundlüftung folgt dem Prinzip der Stoßlüftung mit einem einstellbaren Puls-Pausen-Zyklus.

### B Instandhaltungsbetrieb:

Erhöhte Lüftung während Instandhaltungsarbeiten. Zum Personenschutz erfolgt ein automatisches, kontinuierliches Durchlüften des Versorgungskanals in einer mittleren Lüfterstufe, um Stäube und Dämpfe kurzfristig auszublasen. Dabei werden die klimatischen Bedingungen nicht berücksichtigt, sofern die Außentemperatur über 3°C liegt (Frostschutz).

### C Havarie-Betrieb:

In dieser Betriebsart wird eine Lüftung mit einer maximalen Ventilator - Drehzahl durchgeführt. Diese Stufe kann manuell ausgewählt werden oder tritt in einer noch festzulegenden Sondersituation ein, z.B. Entrauchung.

Das Steuerungskonzept sieht zur Bewertung der klimatischen Verhältnisse zwei Fühler für das Außenklima und fünf Innenklimafühler vor. Neben der klimageführten Steuerung des Abluftventilators (Normalbetrieb), werden zur Aktivierung des Instandhaltungs- und des Havarie-Betriebes noch der Lichtschalter und ein Rauchmelder überwacht. Zur späteren Auswertung der Verhältnisse im Versorgungskanal wird ein zusätzlicher Strömungssensor angebracht. Die Messwerte dieses Sensors werden ebenfalls protokolliert, haben aber keinen Einfluss auf die Funktionsweise der Steuerung.

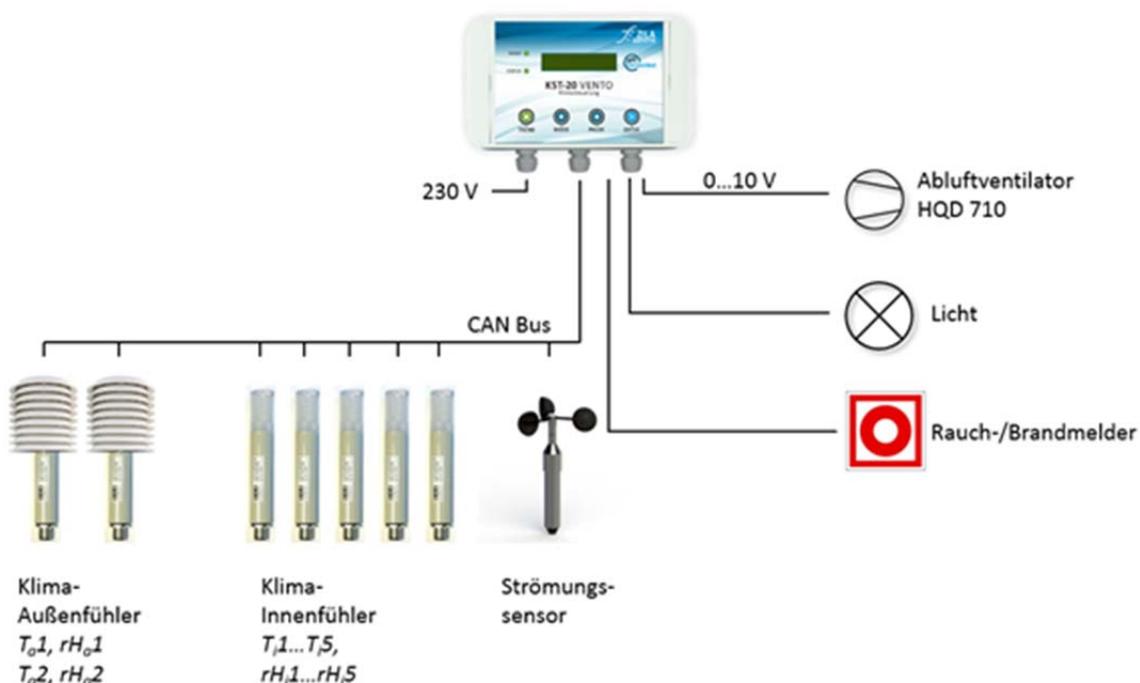


Bild B25: Allgemeiner Aufbau des Steuerungssystems

Das Entwicklungspotential liegt vor allem in der Anpassung eines Klimasteuerungsgerätes, wie es bereits in der Gebäudetechnik Anwendung findet, an die spezifischen unterirdischen Bedingungen in Versorgungskanälen. Die Weiterentwicklungen berücksichtigen insbesondere:

- die besonderen klimatischen Verhältnisse in unterirdischen Versorgungsanlagen,
- die Routinen bei der Bewirtschaftung der Leitungen und des Kanals selbst,
- die Vermeidung von Fehlschaltungen in Korrelation zu Fehlhandlungen,
- die Vermeidung der Schadstoffanreicherung durch Verkehrs- u. Arbeitsprozesse,
- die Unterstützung von Trocknungs-, Entstaubungs- und Entrauchungsprozessen,
- die Unterstützung bei Notsituationen bzw. beim Einsatz der Feuerwehr.

Soweit bekannt, ist die Entwicklung eines derartigen Steuergerätes für Versorgungskanäle in der Bundesrepublik eine Pilotlösung. Die Funktionen, die Betriebsweise bzw. der Betriebsablauf und die Form der Datenaufzeichnung sind in der Betriebsanleitung der ZILA GmbH als *Anhang A* [20] zusammen gefasst. Die darin erkennbaren Ablaufschemata verdeutlichen den Betriebsablauf.

Mit der weiteren Instandsetzung des Kanalabschnitts in Suhl wird die Lüftersteuerung in 2017 montiert. Eine Auswertung der Daten ist erst bei einer Betriebszeit von mindestens 12 Monaten sinnvoll.

### 3.3.3 Funktionsoptimierung von Stahleinbauten

Für betriebliche Einrichtungen zur Lüftung oder Entwässerung und vor allem zur Absicherung des Flucht- und Rettungsweges werden verschiedene Stahleinbauten verwendet. Profile und sonstige Halbfabrikate aus Stahl ermöglichen eine individuelle Anpassung an die Funktion und Lage in meist knapp bemessenen Freiräumen. Stahl in seiner verzinkten Ausführung oder als Edelstähle nach EN 10027-2 sind nicht brennbar (Baustoffklasse A1 nach DIN 4102-1) und vielseitig umformbar bei entsprechenden Trageigenschaften.

Unter Nutzung der Betriebserfahrungen zu Versorgungskanälen [GST02] ist es möglich, bestimmte Eigenschaften über die Bauart und funktionelle Details zu verbessern oder gar zu optimieren. Am Beispiel der Werknormung [DRE15] und im Speziellen zur Wahl von Regelklappen für die Zuluftführung soll deutlich werden, dass auch in gering mechanisierten bzw. automatisierten Branchen eine Funktionsoptimierung zur Verbesserung der Betriebsprozesse und zur Erhöhung der Nutzungsdauer beiträgt. Die Anpassung marktüblicher Erzeugnisse ist ohne eine Zusammenarbeit mit der jeweiligen Herstellerfirma, hier die TROX GmbH, nicht möglich. Beispielhaft wurden folgende Eigenschaften für die Produktserie JZ zum Anwendungsfall abgestimmt:

- gleichläufige Lamellen ohne Lippendichtung (Leckluftstrom für Winterbetrieb),
- äußeres Hebelgestänge mit feststellbarem Handhebel,
- Nachrüstung eines Stellantriebs werksseitig vorbereitet,
- Temperaturbeständigkeit bis 100°C, mit/ohne brandschutztechnische Zulassung,
- bei Bedarf in Modulen montierbar,
- Strömungsprofile anflanschbar.



Bild B26: Zuluft – Regelklappe zum Einsatz in Versorgungskanälen

Um Arbeitsebenen in den Kanälen zu schaffen oder Sohlsprünge bzw. Trogbauwerke zu überwinden werden Gitterrostflächen montiert. Für metallische Roste als Bodenbelag nach DIN 24537 oder ortsfeste Steigleitern nach DIN 18799 besteht ein Markt mit Ausrüstern u. a. für technische Stationen oder bauliche Anlagen, der auch für Versorgungskanäle genutzt wird.

Für spezielle Lösungen (u.a. Sicherheitsbügel oder Überstiege mit Podest) werden jedoch Produkte nicht nur modifiziert, sondern für die Anwendungsfälle entwickelt (siehe *Anhang A* [21]). Wesentliches Merkmal dieser Produktserie der RAC Service GmbH ist die Einhaltung von Qualitätsmerkmalen zum Material und deren Verarbeitung. Über ein Qualitätsmanagement ist die Sicherheit und die Lebensdauer der Bauteile zu gewährleisten, letztlich ein Element der Wirtschaftlichkeit.



*Bild B27: Beispiel einer Lüftungshaube und benachbartem Notausstieg*

### 3.3.4 Funktionsoptimierung der Kanalentwässerung

In einem Versorgungskanal fällt Leckagewasser durch Handhabungsverluste an Rohrleitungen (z.B. Armaturen an Hoch- und Tiefpunkten), bei verschiedenen Instandsetzungstechnologien, undichten Leitungen, Niederschlagswasser über offene Schächte oder Infiltrationen über Fugen und Flächen an. In der Regel besteht ein Sohlgefälle, teilweise mit Gerinne, zu Tiefpunkten an denen Pumpensämpfe angeordnet sind. Bei Schichtenwasser führenden Böden oder im Grundwasseranstau können tiefer liegende Sohlbauteile befristet Infiltrationen zulassen.

Entwässerungsanlagen sind so auszubilden, dass Wasser an Tiefpunkten gesammelt und über Druck- und Freigefälleleitungen sowie Schächte in die Vorflut abgeleitet wird. Die Anlage muss inspektions- und wartungsfähig sein [GST02]. Für eine möglichst ungedrosselte und rückstaufreie Ableitung ist die Entwässerung auf den jeweiligen Einsatzfall zu bemessen, z. B. Handhabungsverluste beim Entleeren einer Heizleitung oder offener Schachtdeckel bei Starkregen. Der Versorgungskanal für den Energiepark Kulkwitz ist mit einem Gefälle von 1-2% und dem Fassungsvermögen an Tiefpunkten von rund 0,20 m<sup>3</sup> für den Normalbetrieb ausgelegt.

Anders verhält es sich, wenn die Anlage auf den Bruch einer Druckwasserleitung oder die Löschwasserrückhaltung ausgelegt wird. Da Stauvolumen entsprechenden Bau- raum verlangt, sind außerdem leistungsfähige und wartungsarme Pumpen gefragt. Es bedarf zudem einer kurzfristigen Ableitung, da eine längere Überflutung und damit Korrosion an Stahleinbauten und der Bewehrung zu vermeiden sind.

Für eine kurzfristige Ableitung geringster Restfüllmengen am Tiefpunkt (ca. 3 - 10 mm und maximaler Korngröße zur Aufnahme von Schwemmstoffen) eignen sich Flachwasserpumpen, deren Betrieb über eine Zwei- / Dreistabsonde (siehe *Bild B28*) geregelt wird. Die Sensoren werden zur Leitstelle aufgeschaltet. Der Zeitraum zwischen

dem „Ansprechen“ der Sensoren im und außerhalb des Pumpensumpfes lassen auf das Überflutungsereignis schließen, um weitere Maßnahmen zu ergreifen.

Eine derartige Schaltung unter Verwendung verschleißfester und korrosionsbeständiger Tauchpumpen sowie gleichartiger Grenzstanddetektion ist mit dem Partner Stadtwerke Jena Netze GmbH für 2017 geplant. Weitere Komponenten wie Rückstausicherung zur Vorflut oder eine Löschwassersperre werden in ihrer Notwendigkeit als Standardbauteil innerhalb der IBV diskutiert.



Bild B28: Flachwassersumpf mit Pumpe und 3-Stab-Sonde

Um die Verdunstung über die freie Wasseroberfläche im Pumpensumpf zu reduzieren wird die Sohle des Pumpensumpfes mit Gefälle hin zu einer, die Pumpe fassenden und ca. 5 cm tiefen Sohlfläche im Pumpensumpf geführt (Bild B29).

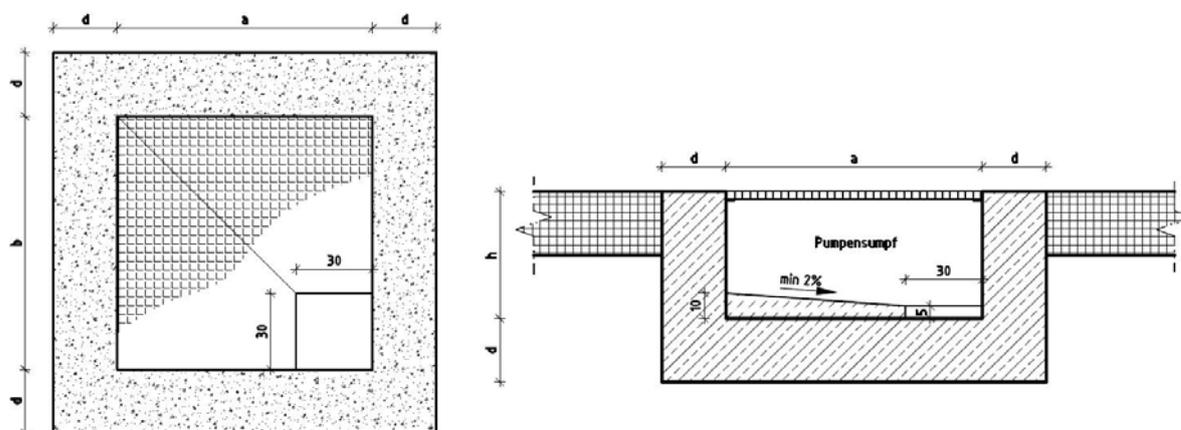


Bild B29: Grundriss und Schnitt Ausbildung Pumpensumpf

### 3.3.5 Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung

Im Leitfaden zur Sicherheit in begehbaren Leitungsgängen [GST06] ist die Verwendung lang nachleuchtender oder elektrisch beleuchteter Schilder vorgegeben. Für Sicherheitszeichen werden einheitliche Piktogramme nach DIN EN ISO 7010 bzw. ASR A1.3 vorgegeben. Die technische Weiterentwicklung ermöglicht es, lang nachleuchtende Schilder mit einer Leuchtdichte von  $190 \text{ mcd/m}^2$  (Millicandela/m<sup>2</sup>) nach DIN 67510 zu verwenden, deren Abklingdauer deutlich über den Prüfergebnissen bisheriger Messproben nach DIN 67510-4 liegt. Die höheren Leuchtwerte resultieren aus den höheren Schichtdicken der auf dem Schild aufgetragenen Leuchtpigmente.

Im vorgenannten Leitfaden [GST06] wird von einer Beleuchtungsstärke von 20 – 50 Lux für eine (sohlnahe) stationäre Grundbeleuchtung ausgegangen. Die Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsräume nach Anhang 1 der ASR A3.4 sehen für Flure 50 Lux, im Bereich von Stufen und Absätzen 100 Lux als Mindestwert vor. Diese werden als vergleichbare Werte der Allgemeinbeleuchtung aufgefasst. Für die richtige Anregung langnachleuchtender Schilder und Zeichen spielt dazu das richtige Lichtspektrum des Leuchtmittels eine wesentliche Rolle.

Um die Sicherheit bei der Fluchtwegebekanntmachung und –kennzeichnung zu erhöhen bzw. zu optimieren, wurde auf einer Pilotstrecke eines Bestandskanals der NETZ LEIPZIG GmbH die Beleuchtungsstärke von LED- und Leuchtstoffröhren an den Schildern gemessen und die Nachleuchtdauer als Funktion von Erkennungsweite und der Anregungszeit untersucht. Der Beschilderungsplan (siehe *Anhang A* [22]) zeigt den Beschilderungsaufbau sowie die unterschiedliche Beleuchtung in der Pilotstrecke. Er ist gleichzeitig ein Muster für Beschilderungspläne als Dokumentationsform für Versorgungskanalbetreiber.

Der Beschilderungsplan entspricht jedoch keinem Flucht- und Rettungsplan nach DIN ISO 23601, da die Notwendigkeit nach ArbStättV §4(4) in der Regel nicht gegeben ist. Die Grundsätze der Prävention nach Arbeitsschutzrecht werden durch das Erstellen und Vorhalten eines Lage- und Betriebsplanes (siehe *Anhang A* [23]) bzw. als Lage- und Einsatzplan in Anlehnung an Feuerwehrpläne (DIN 14095) erfüllt.

Im Ergebnis der rein visuellen Prüfung der Nachleuchtdauer durch mehrere Personen bleibt festzuhalten, dass warmweißes LED – Licht eine höhere Nachleuchtdauer besitzt als kaltweißes LED - Licht. Das Licht der Leuchtstoffröhren eignet sich ebenso besser gegenüber herkömmlichen Glühlampen.

Aus dem Test sind weitere Ergebnisse zusammenzufassen:

- Die Beleuchtungsstärke am Schild in ca. 1,00 m bis 1,50 m Höhe sollte nicht unter 100 Lux betragen (dabei keine Verschattung zulassen).

- Eine Mindestanregungszeit der Schilder von 5 – 8 Minuten (Licht an nach Zustieg) ermöglicht die Erkennung der Schildertypen mit einem Nachleuchtwert von 65 mcd/m<sup>2</sup> bis 10 Minuten nach Beleuchtungsausfall und bis zu einer Entfernung von maximal 40 m.
- Schilder mit einem Nachleuchtwert von 190 mcd/m<sup>2</sup> sind nach 5 Minuten Anregungszeit bis 10 Minuten nach Ausfall der Beleuchtung über 40 m Länge als Piktogramm erkennbar.
- Bei einer Anregungszeit über 60 Minuten sind Schilder mit mindestens 65mcd/m<sup>2</sup> Leuchtdichte über 60 m weit zu erkennen.
- Bei einer Anregungszeit ab 20 Minuten sind Schilder mit 190 mcd/m<sup>2</sup> Leuchtdichte bis zu 150 m weit zu erkennen.
- Lichtquellen, die nicht der Orientierung dienen (z. B. Lüftungsöffnungen) reduzieren die Erkennungsweite.
- Die zwei Seiten der sog. Winkelschilder sind in einem inneren Winkel von 90° bis 120° zueinander zu montieren.

Die maximalen Abstände der Fluchtwegeschilder von 50 m zueinander nach Werknorm TN A 2.07 wurden prinzipiell bestätigt, wenn man von einer Mindestanregungszeit von ca. 10 Minuten ausgeht. Eine genauere Vorgabe ist aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen in den Versorgungskanälen (Trassierung, Belegung, Beleuchtungsart) nicht zweckmäßig.

Es wird darüber hinaus empfohlen, keine Schilder ohne aufgedruckte Nachleuchtwerte zu verwenden. Mit einer Orientierung seitens der Arbeitsschutzgesetzgebung zur Leuchtdichte von 80 mcd/m<sup>2</sup> (bisher in ASR A3.4/3, Pkt. 5.2(1)) auf mehr als 140 mcd/m<sup>2</sup> (Leuchtklasse C nach DIN 67510, Teil 4) ist bei Erstausrüstung oder Nachrüstung bzw. Austausch das verbesserte Schildermaterial zu montieren.

Die Festlegung der Schilderstandorte erfolgt durch Vorabprüfung der Sichtbeziehungen, der Abwägung zwischen der Nähe zur Lichtquelle und einer Höhe über Kanalsole von ca. 1,00 m (Erkennbarkeit bei Rauch und Dampfaustritt) sowie die Vermeidung der Verschattung durch benachbarte Anlagenteile.

Inwieweit eine zusätzliche Beschilderung, ausgehend von zeitweiligen Arbeitsplätzen, z. B. an Armaturen, notwendig ist, kann im Ergebnis einer Gefährdungsbeurteilung entschieden werden.

Über die Alterungsbeständigkeit bzw. Schmutzempfindlichkeit der Schilderoberflächen können keine Aussagen getroffen werden.



*Bild B30: Vergleich Alt- und Neubeschilderung sowie der Leiterkennzeichnung mit unterschiedlicher Leuchtstärke*



*Bild B31: Fluchtwegeschild auf Ständer*



*Bild B32: Fluchtwegekennzeichnung auf Winkelschild*

### 3.3.6 Überwachungs- und Steuerungssystem

Zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit innerhalb der baulichen Anlage ist es allein mit der fachgerechten Verlegung der Rohrleitungen und Kabel nicht getan. Neben dem Normalbetrieb ist mit Betriebszuständen zu rechnen, die gegenüber zeitintensivem Inspektions- und Wartungsaufwand besser mit einer modernen MSR – Anlage<sup>BA08)</sup> zu überwachen und zu steuern sind. Die in [GST02] schon vor rund 15 Jahren als zu hoch diskutierten Betriebsaufwendungen sind vor allem durch eine verstärkte Automatisierung auch für einfache Überwachungs- und Steuerungsprozesse zu mindern. Was an den Leitungsanlagen längst Regel der Technik ist, sollte auch als „multi utility management“ im Versorgungskanal möglich sein.

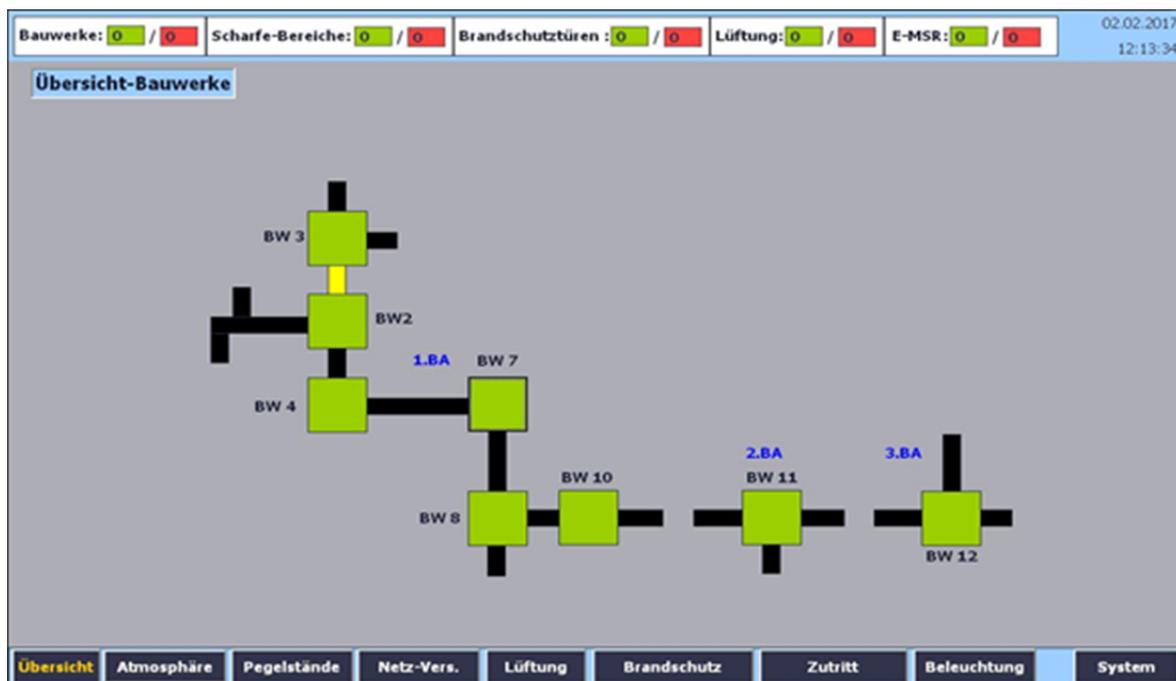
Das Überwachungs- und Steuerungssystem für den Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz soll über folgende wesentliche Zielkomponenten verfügen:

- Überwachung aller Zutrittsstellen bzw. Einwirkungen über benachbarte Räume (Schachtdeckel, Bodentor, Montageöffnung, Brandschutztür) durch Lagekontakte;
- Erfassung von Temperatur und Luftfeuchte im und am Kanal über Sensoren zur Minderung korrosiver Einflüsse und zur Schadensvorsorge, z.B. Leckagedetektion, sowie Verbesserung der Luftwechselverhältnisse (siehe dazu auch Punkt 3.3.2);
- schnelles Erkennen von Tagwassereintrag, großer Handhabungsverluste an Wasser führenden Leitungen bzw. Überflutungen der Kanalsohle jeglicher Art über 3-Stab-Sonden an Tiefpunkten (Pegelstände) mit Ansteuerung stationärer Pumpen;
- Erfassung einer Rauchausbreitung über Rauchmelder sowie Alarmschaltung zur Lüftungsanlage im Modus Betriebsstörung, d. h. ursachenspezifische Steuerung (Brandgase, Dampf, Staub) des Lüfters und der Stellmotoren an den Zu- und Abluftjalousien über die Leitstelle;
- stationäre Messung etwaiger Schadstoffanreicherungen im Gefahrenbereich diffundierender Gase (optional nach Gefährdungsbeurteilung bzw. Explosionsschutzdokument); In der Regel genügt die mobile Prüfung durch Mehrgas - Messgeräte bei Begehungen des Versorgungskanals. Dazu optionale Sensorik zu Schadstoffen in Flüssigkeiten an exponierten Stellen (Infiltrationen aus dem Baugrund mit Altlastenverdacht);
- Steuerung der Betriebsstromanlage über die Leitstelle, insbesondere im Sinne der Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410;
- Beleuchtungssteuerung nach Kanalabschnitten über die Leitstelle oder Bewegungsmelder im Versorgungskanal (optional).

In Zusammenarbeit mit der Firma FANALMATIC Gesellschaft für Umwelttechnik und Industrieautomation mbH wurde ein Überwachungs- und Steuerungssystem für den Versorgungskanal des Energieparks (ÜSV-EP16) unter Nutzung modularer Anlagen-

komponenten entwickelt. Über ein Leitsystem (hier WIN CC flexibel) bzw. WEB basierte Variante (phiControl) sind Aufrüstungen / Erweiterungen bei Bedarf möglich. Die Systemkomponenten und das Sensorkabelsystem sind auf die spezifischen Betriebsbedingungen am Standort ausgelegt. Trotz Schmutz, Staub, korrosiver Einflüsse, Temperaturschwankungen wird eine maximale Verlässlichkeit angestrebt (schnelle Detektion, hohe Fehlalarmsicherheit bei frei konfigurierbaren Alarmzonen).

Die örtliche Zuordnung der MSR – Einheiten für alle 3 Bauabschnitte des Versorgungskanals ist dem Übersichtsdisplay im *Lageschema G7* zu entnehmen.



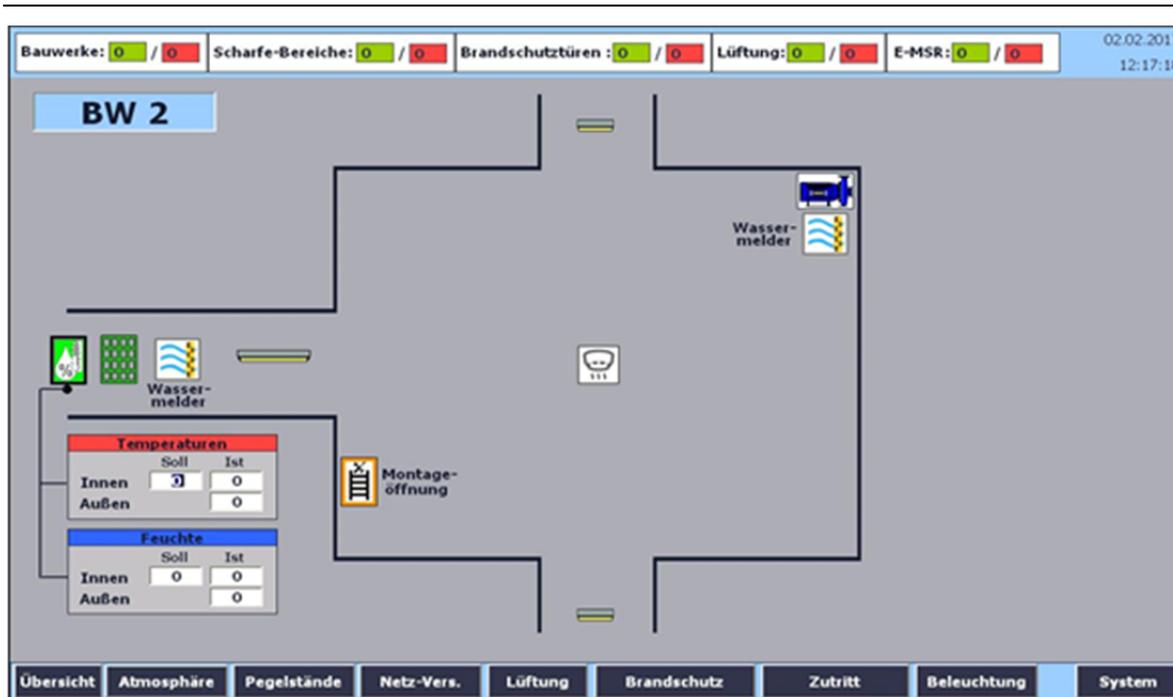
Grafik G7: Übersichtsdisplay als Lageschema

Grundsätzlich werden folgende Funktionsbereiche unterschieden:

- Zugangsmanagement (Zeiterfassung, unbefugtes Betreten),
- Betrieb der Lüftungsanlage (Anlagenschutz),
- Atmosphären-, Überflutungs- und Brandschutz,
- Betriebsstromanlage (Gewährleistung der Schutzmaßnahmen),
- Kommunikation mit Kundensystemen (Leitungseigentümer).

Aufrüstungen / Erweiterungen sind über modulare Anlagenkomponenten nach Bedarf möglich (man kann, muss aber nicht alles wissen). Eine Vorhaltung von Ausbau- und Erweiterungskomponenten ist nicht notwendig.

Das Display zum Bauwerk 2 (*Grafik G8*) gewährt einen Einblick in die Menüsteuerung und die Erfassungseinheiten. Die Systemkonfiguration wird zur Inbetriebnahme des Versorgungskanals, in Abhängigkeit der Leitungsbelegung, vervollständigt.



Grafik G8: Display zum Verteilerbauwerk 2

Im und am Bauwerk 2 sind folgende Systemkomponenten geplant:

- Zeit bezogene Erfassung Füllstand Leckagewasser am Pumpensumpf  
Ein Messsystem für eine kontinuierliche Füllstandsmessung mit sicheren Kommunikationsschnittstellen ist der Liquicap FMI 21 (einfache und preiswerte Stabsonde), ausgeführt als Dreifachstabsonde zur kapazitiven kontinuierlichen Füllstandsmessung. Diese Applikation gewährleistet bei u.a. Sohlüberflutung von Kanalabschnitten eine Füllstandzeit bezogene Auswertung, um entsprechende Alarme zur Aktivierung von Schutzmaßnahmen auszugeben, wie Ansteuerung der Pumpe und Laufmeldung auf ein Prozessleitsystem.
- Automatischer Rauchmelder  
Zur sicheren und schnellen Erkennung von Brandereignissen ist die flächendeckende Brandfrüherkennung mit automatischen Rauchmeldern möglich. In Abhängigkeit des zu erwartenden Brandverlaufes, der bestehenden Schutzeinrichtungen (Brandschutztür selbst- oder fernschließend) erfolgt die Detektion der Ereignisstelle mit unmittelbarer Alarmauslösung über das Leitsystem. Festgelegte Algorithmen wie Kontrollstellung der Brandschutztüren und ggf. Abschaltung der Belüftungsanlage mit Schließung der Zuluftklappen oder Entrauchung werden vom Leitsystem abgearbeitet.
- Die Montageöffnung im Verteilerbauwerk 2 dient dem „Einfädeln“ von Rohrleitungen oder Kabel. Der sichere Verschluss wird über einen robusten Endlagenschalter mit Meldekontakt überwacht und zum Leitsystem aufgeschaltet.

Die Erfassung der Kanalatmosphäre in den Hauptkomponenten Temperatur in Grad Celsius und absolute Luftfeuchte in  $\text{g}/\text{m}^3$  über digitale Feuchtesensoren mit integriertem Temperatursensor dient hauptsächlich dem Anlagenschutz (Vermeidung der Taupunktunterschreitung, Frostschutz, falls das Bodentor oder die Montageöffnung längere Zeit geöffnet bleibt und Erkennen von Dampfaustritt an Heizleitungen). Die witterungsbezogene Steuerung in Abhängigkeit zur Außenluft wurde im Punkt 3.3.2 erläutert.

- Mit der Nutzung (ggf. Anpassung) des vorhandenen 230 V AC Betriebsstromnetzes ist der Aufbau eines LAN / WLAN Netzwerkes je nach Zustand möglich. Die Vernetzung von Kanalabschnitten kann über die Steckdosen bzw. im Verteilerkasten so wie ergänzend per WLAN und per Ethernet(BA11) erfolgen.
- Beleuchtungsfolge – Überwachung  
Durch Zu- oder Abschaltung der Beleuchtung der Kanalabschnitte nach Begehungsweg ist der Aufenthalt befugter oder unbefugter Personen nachvollziehbar. In der Leitstelle können durch die Bedienung der Taster vor Ort die Standorte und Zeiträume von Personen eingegrenzt werden.

Das Überwachungs- und Steuerungssystem ÜSV - EP16 ist für den geplanten Endausbau durch folgende funktionale Eigenschaften charakterisiert:

- Überwachungs- und Steuersystem mit Visualisierungs- und Bedienoberflächen,
- Information als Alarme und Meldungen,
- Archivierung von Meldungen und Prozesswerten,
- Online - Auswertung und Dokumentation von Prozesswert- und Meldearchiven,
- Zeit- oder Ereignis gesteuerte Berichtsausgabe,
- offene Kommunikation (Baugruppen über Internet oder Intranet vernetzt),
- Option zum Bedienen und Beobachten von Anlagen über das Internet oder das firmeninterne Intranet bzw. LAN-Verbindungen.



*Bild B33: Beispiel Messwertgeber im Versorgungskanal*

---

### 3.4 Betriebsmanagement

#### 3.4.1 Betriebsführungsmodell

Begehbare Versorgungskanäle innerhalb einer größeren Liegenschaft oder zur Versorgung kommunaler Wohn- und Mischgebiete werden im Vergleich zu Kurzstrecken, z. B. in Querung von Anlagen der technischen Infrastruktur oder Gewässer, eigenständig betrieben. Ausgehend von der Organisationshoheit der Kommune werden in der Literatur verschiedene Betreibermodelle bzw. Betreibergesellschaften mit entsprechenden Organisationsformen aus rechtlicher Sicht diskutiert [Gün11], [Ste04].

Im Folgenden wird auf eine Erläuterung von Rechtsformen zum Betrieb der Versorgungskanäle nicht eingegangen, sondern die wirtschaftliche Betätigung im Sinne der Zielstellung in den Vordergrund gestellt. Dabei wird der Ansatz von Güneysu [Gün11] unterstützt, die eine zulässige wirtschaftliche Betätigung unterstellt. So werden die Umweltschutzmotive in der Vermeidung klassischer Tiefbauaufwendungen und den Formen der Ressourcenschonung (Boden, Grundwasser, Nutzungsdauerverlängerung an Leitungen) als Grundlage wirtschaftlichen Handelns besonders berücksichtigt, wenngleich die vordergründigen Ziele der Betriebsführung in der Wahrung der Versorgungs- und Verkehrssicherheit sowie dem Personenschutz bestehen.

Zur Darlegung und Systematisierung der Betriebsaufwendungen werden auf der Grundlage des Leitfadens zum Betrieb und Instandhaltung der Kanäle [GST02] und einer beispielhaften Kosten- und Nutzenentgeltanalyse [Grä14] die langjährigen Erfahrungen von Netzgesellschaften bzw. Versorgungsunternehmen genutzt, wobei je nach Rechtsform und Standortbezug erhebliche strukturelle und aufwandsseitige Unterschiede bestehen. Nachfolgende Leistungsbeschreibung zur technischen Betriebsführung stellt auch eine Voraussetzung zur systematischen Betrachtung der langfristigen Wirtschaftlichkeit zum Betrieb der Versorgungskanäle dar.

Die Betriebsführung oder bauliche Unterhaltung umfasst alle Voraussetzungen zur Gewährleistung des uneingeschränkten und ordnungsgemäßen Betriebs der Leitungssysteme sowie der Sicherheit von Personen im und am begehbaren Versorgungskanal. Im vorgenannten Leitfaden sind wesentliche Inspektions- und Wartungsarbeiten sowie Zeitaufwendungen als Orientierungswerte des Jahres 2002 angegeben.

Der *Anhang A* [24] enthält eine Übersicht typischer Unterhaltungsleistungen nach Kostenarten, die in verschiedenen betrieblichen Abteilungen / Bereichen (Kostenstellen) und eigenständigen Versorgungskanälen (Kostenträger) anfallen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit). Alle Kosten verursachenden Leistungen sind Bestandteil der betrieblichen Kostenrechnung, in der die Kosten nach Struktur, Höhe und Zurechnung zu erfassen sind. Eine Differenzierung nach internen und externen Leistungen Dritter ent-

spricht den Erfahrungen, nachdem spezielle Gewerke bzw. je nach fachlicher Zulässigkeit, Leistungen an Dritte vergeben werden.

Die Leistungsabgrenzung je Kostenart, Kostenstelle bzw. -trägers bedarf der näheren Kenntnis der Instandhaltungs- und Verwaltungsprozesse des jeweiligen Eigentümers / Betreibers bzw. Verwalters. Sie ist die Grundlage für eine spezifische Kosten- und Ergebnisrechnung zur Bilanzierung dieser Dienstleistung für Leitungseigentümer.

### 3.4.2 Modell zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

#### Kosten – Nutzen – Untersuchung (KNU)

Die Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens wird allgemein im Verhältnis von Erlösen zu Kosten bzw. Nutzen zu Kosten betrachtet. Letzteres insbesondere dann, wenn es empirische Schwierigkeiten bei der Monetarisierung allgemein anerkannter Nutzensaspekte gibt, wie bei der konzeptionellen Aufbereitung des Neubaus bzw. der Erweiterung eines Versorgungskanals in Berlin – Tegel [TXL14]. Diese „Bearbeitungsdilemmata“ [Ste02] sind seit längerer Zeit bekannt, auch wenn methodische Voraussetzungen vorliegen (beispielhaft [SSB07]).

Bei einer einfachen Kosten – Nutzen – Untersuchung (KNU) werden die wesentlichen Vorteile, die der Versorgungskanal langfristig bewirkt, als Ziele formuliert und der klassischen Erdverlegung sowie Ausbauvarianten des Versorgungskanals gegenüber gestellt. Die Zielkriterien werden in ihrer Bedeutung gewichtet und mit der variantenbezogenen Wertung multipliziert. Die Addition der Wertung und Wichtung der Zielkriterien je Variante ist das Ergebnis einer Kosten – Nutzen – Betrachtung.

Für den Anwendungsfall A „Energiepark Kulkwitz“ werden die Baukosten des 1. Bauabschnitt (Trassenlänge 175 m) am Betriebsstandort der Dr. Födisch AG, des 2. Bauabschnitt (Trassenlänge 190 m) zur eigentlichen Erschließung des Energieparks und des 3. Bauabschnitt (Trassenlänge 135 m) zur Erschließung angrenzender Siedlungsflächen getrennt und addiert erfasst.

Während mit dem 1. Bauabschnitt eine Trassenbündelung bestehender und zum Teil verschlissener Leitungsinfrastruktur im Kanal erfolgt, führt die Erschließung des eigentlichen Energieparks zur Vorhaltung von Verlegeräumen für eine nachgeordnete Verlegung von Rohrleitungen und Kabel im Rahmen der Revitalisierung bestehender Siedlungsflächen. Im 3. Bauabschnitt ist die grabenlose Querung der Bundesstraße enthalten. Dazu werden die Kosten und Effekte einer Erdverlegung der Medien in zeitlich nachgeordneter Umsetzung gegenüber gestellt.

Das arithmetische Ergebnis ist auch subjektiv geprägt, mit dem Wissen um die Wirkung der Multiplikatoren sowie der Auswahl und Verzahnung der Zielgrößen. Je konkreter der Planungsstand und die Motive aller Beteiligten (Kommune, Investor, Versorgungsunternehmen, Träger öffentlicher Belange), desto eher dient die KNU mit einer Diskussion zu Wertungen und Wichtungen der generellen Entscheidung sowie der nachfolgenden projektseitigen Gestaltung, Umsetzung und Finanzierung.

Kosten - Nutzen - Untersuchung zur Verlegung von Ver- und Versorgungsleitungen im Energiepark Kulkwitz										
Zeile <b>1. Ausgangssituation</b>										
1	Betrachtungszeitraum:	80 Jahre	Trassenlängen: V1: 175 m / V2: 365 m / V3: 500 m / V4: > 500 m							
2	Bewertungsform:	Die Wertung der Ziele nach Varianten erfolgt mit einer Punkteskala von 0 bis 10 (Hochwert = Bestwert).								
3	Form der Wichtung:	Die Wichtung der Ziele erfolgt in Prozent.								
<b>2. Hauptmerkmale der Varianten</b>										
4	Varianten	<b>Variante 1</b>		<b>Variante 2</b>		<b>Variante 3</b>		<b>Variante 4</b>		
5	Beschreibung	1. Bauabschnitt auf erschlossenen Flächen		1. und 2. Bauabschnitt zur Erschließung des E-		1., 2. u. 3. Bauabschnitt zur kompletten Erschl.		Erdverlegung aller Ver- und Versorgungs...		
6	Bauweise / Raum	offene Bauweise / beehbar. z.T. nicht		offene Bauweise / vollständig beehbar		offene, z.T. geschlossene B. / vollständig beehbar		offene + geschlossene B. / z.T. bez. Schächte		
<b>3. Ziele</b>										
		Wichtung in %	Wertung	Wichtung x Wertung	Wertung	Wichtung x Wertung	Wertung	Wichtung x Wertung	Wertung	Wichtung x Wertung
7	Senkung einmalige Kosten	30	2	0,6	4	1,2	2	0,6	10	3,0
8	Senkung laufende Kosten	20	10	2,0	8	1,6	10	2,0	2	0,4
9	Erhöhung der Nutzungsdauer	5	8	0,4	8	0,4	8	0,4	4	0,2
10	Versorgungssicherheit / Senkung Störanfällig	5	8	0,4	8	0,4	8	0,4	2	0,1
11	flexible Nutzung des Verlegeraumes	5	6	0,3	8	0,4	10	0,5	2	0,1
12	Innovationsgehalt / regenerative Potentiale	5	2	0,1	10	0,5	6	0,3	4	0,2
13	Senkung Umweltbeeinträchtigung	15	4	0,6	6	0,9	8	1,2	2	0,3
14	Senkung soziale Kosten (Ausfallzeiten, Einschränkung Mobilität, Arbeitsumfeld)	15	4	0,6	2	0,3	2	0,3	2	0,3
16	<b>Summen</b>	100		<b>5,0</b>		<b>5,7</b>		<b>5,7</b>		<b>4,6</b>
Stand 30. 09. 2016										

Tabelle T5: Kosten – Nutzen - Vergleich am Beispiel des geplanten Versorgungskanals

Diese Form einer Kosten – Nutzen – Betrachtung kann, nach Ansicht der Autoren, in einer konzeptionellen Projektphase zur Entscheidungsfindung dienen. Dabei sind die Grundlagen für die Wertungen und Wichtungen transparent und nachvollziehbar darzulegen. Komplexe Wirkungszusammenhänge können jedoch nicht dargestellt oder gar in Varianten getestet bzw. simuliert werden.

### Überblick und Methodik für ein Simulationsmodell

Die verschiedenen Sichten auf den Versorgungskanal gilt es zu „objektivieren“, um so auf einer soliden Basis Entscheidungen zu fällen. In diesem Zusammenhang haben sich dynamische Simulationsmodelle bewährt (siehe *Grafik G9*). Mit dem nachfolgend beschriebenen „Simulationsmodell Versorgungskanal“ wird ein unterstützendes Arbeitsmittel für Betriebs- und Entscheidungsprozesse vorgestellt, welches das notwendige Fach- und Methodenwissen bündelt. Dabei lassen sich vielfältige Fragen aus unterschiedlichen Blickwinkeln im betrieblichen bzw. auf eine Investition bezogenen Ent-

scheidungsprozess fundiert und transparent beantworten. Die fachlichen Grundlagen betreffen insbesondere die vergleichbare Aufbereitung der Betriebskosten langjähriger Versorgungskanalbetreiber sowie die deutlich schwieriger zu strukturierenden und nachweisbaren vermiedenen direkten und indirekten Kosten sowie soziale und ökologische Folgekosten.

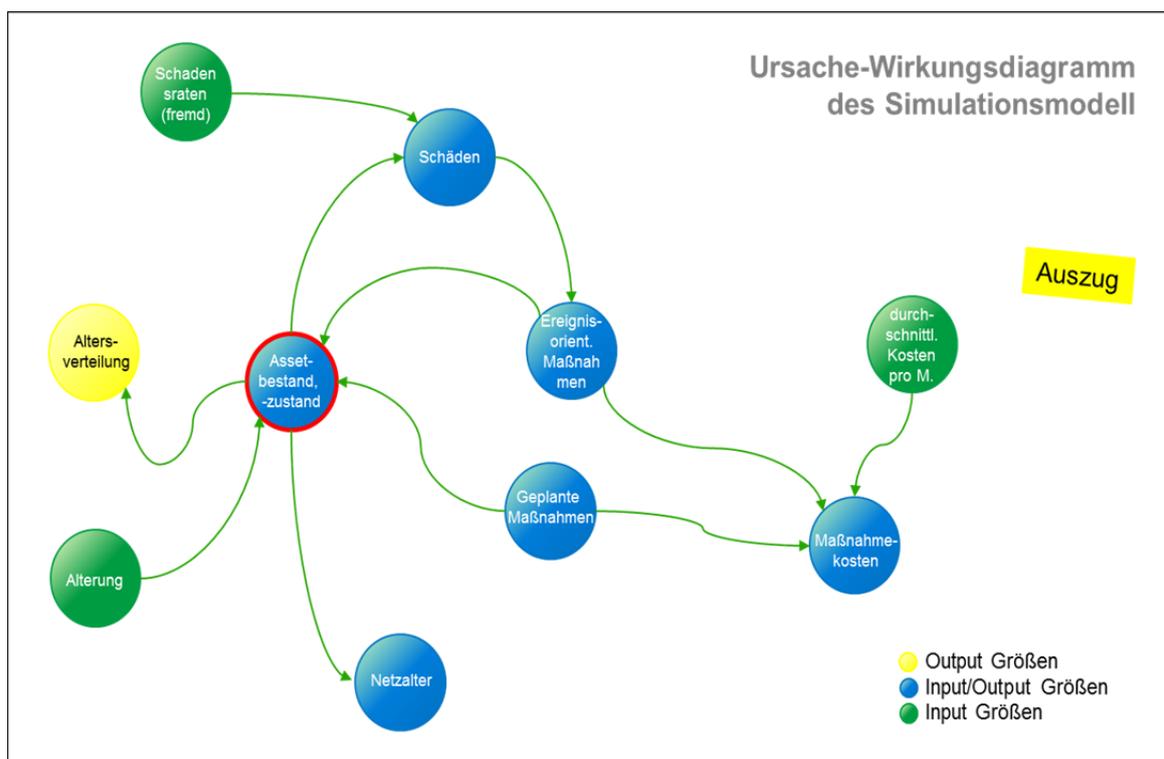


Grafik G9: Bündelung von Wissen und Methodik führen zum entwickelten Simulationsmodell

Die methodischen Grundlagen der Simulation basieren auf dem praxiserprobten Ansatz „System Dynamics“ [Ste00], eine Methodik zur ganzheitlichen Analyse und Simulation komplexer und dynamischer Systeme. Ziel der Simulation ist es, die baulichen Investitionen und den Betrieb langfristig anhand der festgelegten Ziele zu bewerten. Die dynamische Simulation ermöglicht das „Durchspielen“ und „Optimieren“ verschiedener Varianten und Szenarien, um so die langfristigen Wirkungen auf die verschiedenen Dimensionen der Zielgrößen zu analysieren, zu bewerten und zu optimieren. Damit sollen wesentliche Einflussgrößen identifiziert werden, die sich langfristig auf den gesamten Lebenszyklus der Anlagen auswirken [Spi17].

Im Simulationsmodell erfolgt die Abbildung der dynamischen Zusammenhänge der Netzinfrastruktur im Versorgungskanal. Darin enthalten sind u. a. die Festlegungen bzgl. der abzubildenden Betriebsmittelgruppen, Zielgrößen, zugehörigen Parameter, mögliche Maßnahmen des Anlagenmanagements und die zwischen diesen Größen bestehenden Abhängigkeiten und Zusammenhänge in einem Ursache-Wirkungs-Diagramm.

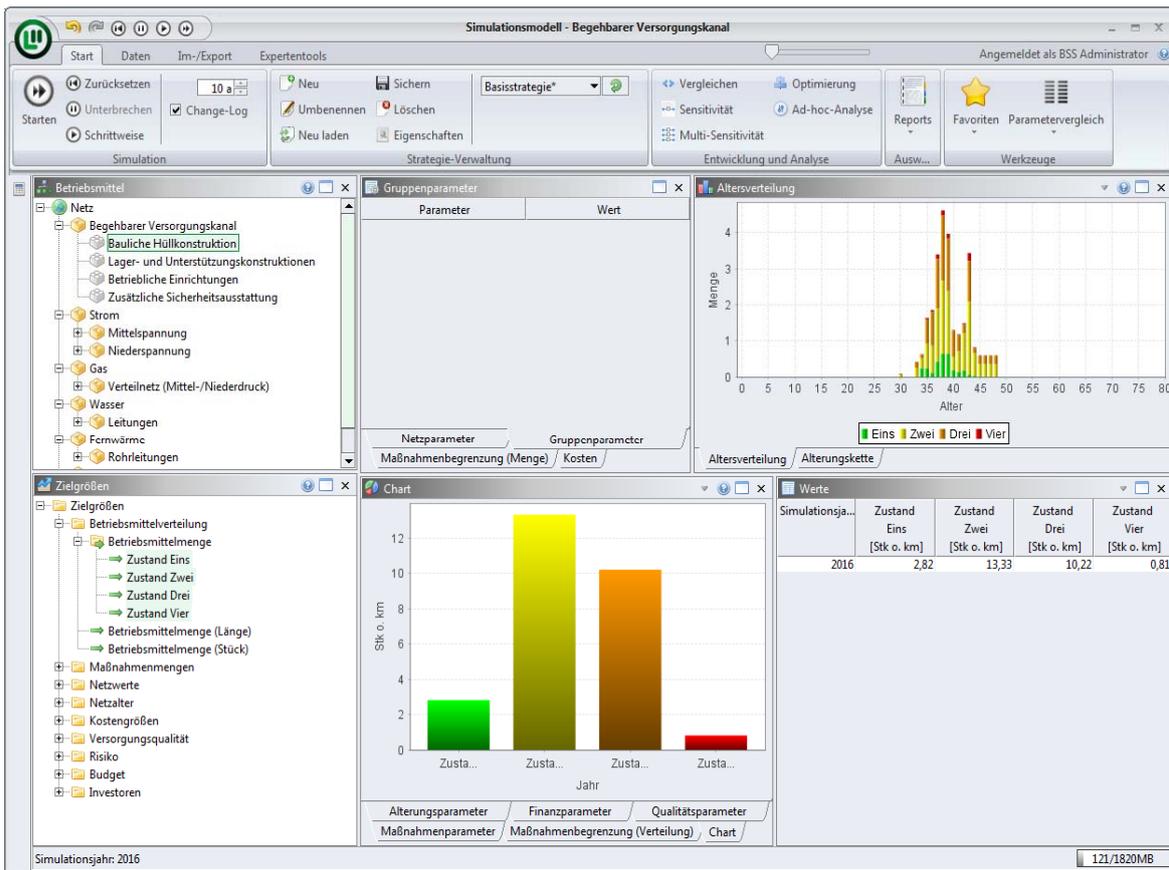
Das Ursache–Wirkung-Diagramm ist ein stringenter Ansatz, um kausale Zusammenhänge in einem System zu beschreiben, also zwischen Betriebsmitteln (Versorgungskanal, Leitungen) deren Eigenschaften über die Zeitachse und den Randbedingungen die komplexen Abhängigkeiten abzubilden. Beispielsweise kann eine vorsorgende Instandhaltung zu höheren planmäßigen Kosten, aber zu weniger Kosten in der Schadensbeseitigung führen (einschl. Kosten Dritter). Die hinterlegten Betriebsmittelmengen, Randbedingungen und Annahmen sowie geplante Maßnahmen bilden die Basis zur Durchführung der Simulation. Auf Grundlage der hinterlegten Berechnungsvorschrift werden die Zielgrößen errechnet, anhand derer die Auswertung / Diskussion und ggf. wiederholte Eingaben erfolgen.



Grafik G10: Auswahl von Verknüpfungen im Ursache – Wirkung - Diagramm

Weiterhin werden mittels Bestands- und Flussdiagrammen für die einzelnen Betriebsmittelgruppen Alterungsketten definiert, die den Lebenszyklus der Betriebsmittel beschreiben. Jede Alterungskette wird dabei in einzelne Zustandsklassen unterteilt, die den Zustand der in ihnen befindlichen Betriebsmittel charakterisiert.

In Abhängigkeit der Zustandsklasse werden die Auswirkungen der Maßnahmen auf die in der Zustandsklasse befindlichen Betriebsmittel beschrieben. Die vielfältigen Rückkopplungen, Verzögerungen und nichtlinearen Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Einfluss- und Zielgrößen werden so transparent gemacht (siehe nachfolgende Grafik G11).



Grafik G11: Exemplarische Darstellung des Simulationsmodells „Versorgungskanal“

### Überblick zu projektbezogenen Anwendungsfällen

Zur Nutzung des erstellten Simulationsmodells werden folgende Anwendungsfälle unterschieden:

- A Erschließung und Revitalisierung von Siedlungsflächen  
(Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz, Trassenlänge rund 500 m, im Vergleich zur zeitlich gestaffelten Erdverlegung),
- B Erweiterung eines bestehenden Versorgungskanals  
(auf bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen, Trassenlänge ca. 1.000 m am Beispiel eines zu erweiternden Gewerbegebietes im Vergleich zu räumlich und zeitlich gestaffelten erdverlegten Leitungen) und
- C Verbesserung der Effizienz betriebener Versorgungskanäle, am Beispiel eines Sammelkanalnetzes einer mitteldeutschen Stadt, Trassenlänge 2.350 m, mit Nutzentgeltberechnung für im Kanal verlegte Leitungen).

Folgende Eckdaten sind abgebildet:

- Nutzungszeitraum mind. 80 Jahre,
- Ansiedlungsprozess 0 – 15 Jahre,
- Medien Heizwasser, Trinkwasser, Brauchwasser, Erdgas, Nieder- und Mittelspannungskabel, Informationskabel von 2 – 3 Anbietern.
- degressives Abschreibungsmodell,
- Amortisationszeit 20 – 40 Jahre,

Für den Anwendungsfall A „Energiepark Kulkwitz“ werden die Baukosten des 1. Bauabschnitt (Trassenlänge 175 m) am Betriebsstandort der Dr. Födisch AG, des 2. Bauabschnitt (Trassenlänge 190 m) zur eigentlichen Erschließung des Energieparkes und des 3. Bauabschnitt (Trassenlänge 135 m) zur Erschließung angrenzender Siedlungsflächen wie zur KNU zusammengefasst.

Während mit dem 1. Bauabschnitt eine Trassenbündelung bestehender und zum Teil verschlissener Leitungsinfrastruktur im Kanal erfolgt, führt die Erschließung des eigentlichen Energieparks zur Vorhaltung von Verlegeräumen für eine nachgeordnete Verlegung von Rohrleitungen und Kabel im Rahmen der Revitalisierung bestehender Siedlungsflächen. Im 3. Bauabschnitt ist die grabenlose Querung der Bundesstraße zur Versorgung südwestlich angrenzender Flächen sowie ein Stichkanal zu nordöstlich angrenzender potentieller Wohnbebauung enthalten (siehe *Bild B4* und *Anhang A* [3]). Die Aufgabenstellung verdeutlicht die inhomogene Versorgungsaufgabe für Bestandsflächen, zu revitalisierender Altindustrieflächen und perspektivischer Zusatzversorgung in bisher nicht näher bestimmten Zeiträumen.

#### *Fall A: Erschließung und Revitalisierung von Siedlungsflächen*

Der Anwendungsfall „Erschließung und Revitalisierung von Siedlungsflächen“ richtet sich an Investoren und Eigentümer, die anhand der konkreten Rahmenbedingungen die Wirtschaftlichkeit der Errichtung eines Versorgungskanals gegenüber einer konventionellen Erdverlegung über den gesamten Lebenszyklus der zu errichtenden Infrastruktur prüfen möchten.

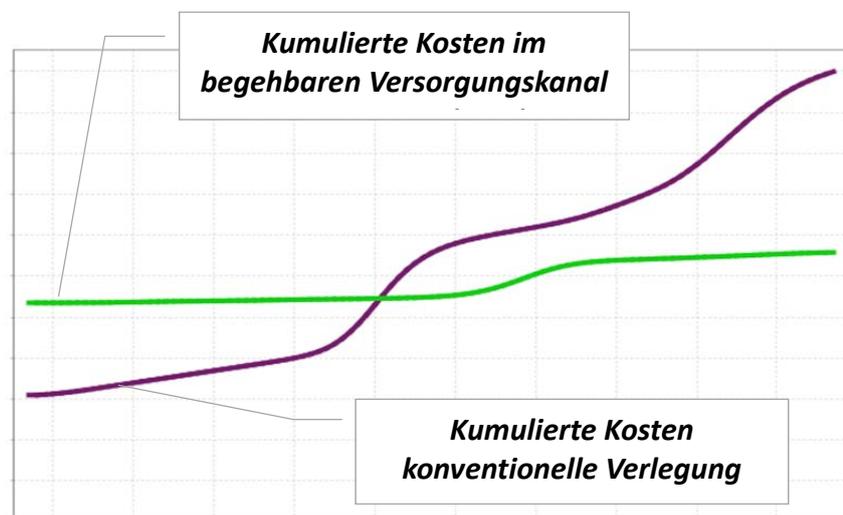
Hierzu werden die beiden Varianten „Errichtung der Infrastruktur innerhalb eines Versorgungskanals“ und „Errichtung der Infrastruktur in konventionelle Erdverlegung“ innerhalb des auf diese konkrete Fragestellung zugeschnittenen Simulationsmodells abgebildet und die Ergebnisse der beiden Varianten hinsichtlich der wesentlichen Kennzahlen wie beispielsweise die kumulierten Investitionen und des Betriebsaufwandes miteinander verglichen.

Insbesondere in innerstädtischen Gebieten ergeben sich aufgrund der Erneuerungs- und Erweiterungsmaßnahmen zu Leitungsnetzen konfliktreiche Anforderungen an Investoren und Eigentümer. Dies sind zum Einen die nach Alter und Zustand zu unterschiedlichen Zeitpunkten erforderlichen Erneuerungs- und Modernisierungsmaßnah-

men der durch den jeweiligen Betreiber vorzuhaltenden Medien, die bei einer konventionellen Erdverlegung zu wiederholten Tiefbaumaßnahmen innerhalb der Siedlungsfläche führen.

Zum Anderen führen Bedarfsänderungen, insbesondere bei kurzlebigen Medien der Sparte Telekommunikation bzw. bei geänderten Rahmenbedingungen wie beispielsweise bei zusätzlichen Lasteinspeisern durch EEG-getriebenen Photovoltaik-Ausbauten in der Sparte Strom dazu, je nach Anforderung weitere Maßnahmen innerhalb der Fläche umzusetzen. Dem gegenüber stehen die größeren Ausgaben für die einmalige Errichtung eines Versorgungskanals, in dem die relevanten Medien gebündelt werden können. Die in Zukunft erforderlichen Erneuerungs- und Erweiterungsmaßnahmen der Medien beeinflussen dann die Fläche nicht in gleichem Maße wie eine konventionelle Erdverlegung.

Zu beantworten gilt es, inwieweit diese Investition in eine Trassenbündelung sich langfristig gegenüber der konventionellen Erdverlegung rechnet und welche bilanziellen Ergebnisse mit dieser Investition erzielt werden können. Darüber hinaus erlaubt der Ansatz auch die Berücksichtigung „Weicher Faktoren“ wie mögliche Auswirkungen der Durchführung oder des Ausbleibens von Tiefbaumaßnahmen auf die Umwelt, bspw. hinsichtlich der Beeinträchtigung benachbarter Gebäude und Flächen und daraus resultierenden sozialen bzw. indirekten Kosten [GST15] (siehe *Grafik G12*).



*Grafik G12: Kostenvergleich Erdverlegung von Leitungen zu Verlegung im Versorgungskanal über die technische Nutzungsdauer des Kanals (schematisiert)*

Für die Durchführung der Berechnungen werden folgende Eingangsdaten benötigt:

- beabsichtigte Trassenlängen und geplante Errichtungszeitpunkte des Kanals,
- Errichtungskosten des Versorgungskanals zum Planungsstand,
- mögliche Medien innerhalb der Siedlungsfläche bzw. geschätzter Medienbedarf,

- Kosten einer konventionellen Verlegung der Medien gemäß Planungsstand,
- Verlegekosten der Medien innerhalb des Versorgungskanals,
- Art der Siedlungsfläche (innerstädtisch, randstädtisch) und Bebauungsart,
- zu erzielende Einnahmen durch Betreiber / Nutzer,
- durchschnittliche oder angepasste Abschreibungszeiten.

Im Rahmen der Simulation der beiden Varianten „Versorgungskanal“ und „Erdverlegung“ werden die folgenden Ergebnisgrößen berechnet und im Rahmen eines Ergebnisberichts dokumentiert:

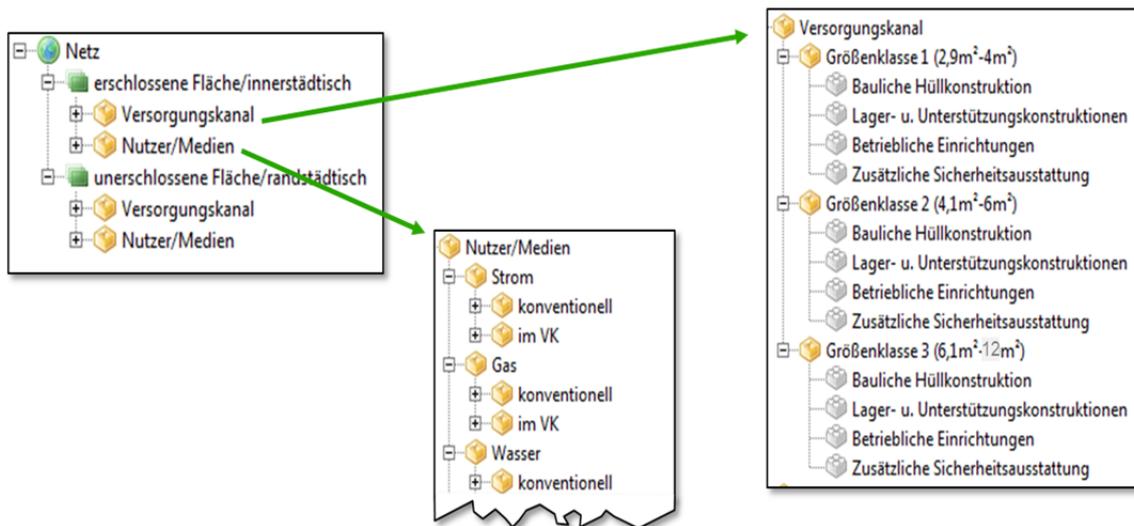
- Alters- und Zustandsverteilung zu Simulationsbeginn und Simulationsende,
- Kaufmännische Kenngrößen: Betriebsaufwand (OPEX), Investitionen (CAPEX), Gesamt (TOTEX, mit und ohne soziale und indirekte Kosten), kalkulatorische Restwerte, Betriebsergebnis,
- Technische Kenngrößen: Anlagensubstanz, Qualitätskennzahlen der enthaltenen Medien, technisches Risiko anhand der Zustandsverteilung.

#### *Fall B: Erweiterung eines bestehenden Versorgungskanals*

Der zweite Fall ermöglicht die Untersuchung der Erweiterung eines bestehenden Versorgungskanals, um zusätzliche Medien in einer erschlossenen (innerstädtischen) oder unerschlossenen (randstädtisch) Fläche zu etablieren. Durch bereits vorhandene Infrastrukturen, d.h. Bestandskanäle und den sich darin befindlichen Nutzern/Medien, ergibt sich eine andere Ausgangssituation im Vergleich zum Fall A, der Erschließung und Revitalisierung von Siedlungsflächen.

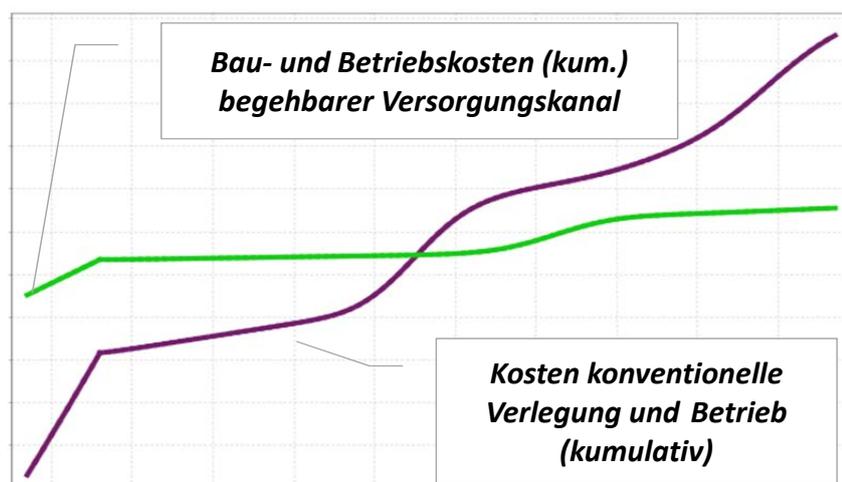
Im Fokus steht hierbei der Eigentümer des Kanals, der ein wirtschaftlich stabiles Aufwands- und Ertragsverhältnis anstrebt, d.h. die Aufwendungen für die Errichtung (inkl. der Zinsaufwendungen für Fremdkapital) und den Betrieb des erweiterten Kanals (in Eigen- oder Fremdleistung) mit den zusätzlichen Erträgen aus Nutzungsentgelten der Kanalnutzer in Deckung zu bringen. Spezifische Fragestellungen betreffen hierbei die Auslastung des Kanals, das Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag sowie die über den angestrebten Nutzungszeitraum durchzuführenden Maßnahmen.

Zum Start ist es erforderlich, das Bestandsnetz sowohl aus Sicht des Versorgungskanals als auch der darin befindlichen Nutzer und Medien adäquat abzubilden (siehe *Grafik G13*). Hierbei spielt die Ausgangssituation eine tragende Rolle, beeinflusst sie doch wesentlich die je nach Örtlichkeit unterschiedlichen Kosten für die durchzuführenden Maßnahmen.



Grafik G13: Auszug d. zu simulierenden Erweiterungen in einem Betriebsmittelbaum

Nach Abbildung des Ist-Zustands sowie der geplanten Erweiterungen und möglichen Nutzern ist nun der Vergleich der Erweiterungsmaßnahme in konventioneller Bauweise gegenüber einer Erweiterung des bestehenden Versorgungskanals möglich.



Grafik G14: Vergleich möglicher Erweiterungsvarianten (schematisiert)

Darüber hinaus lässt sich die Erweiterung der Versorgungskanals auch dahingehend bewerten, wie sich die Ausgaben- und Einnahmenseite des Eigentümers entwickelt, durch Gegenüberstellung der Nutzungsentgelte mit den Ausgaben für die Errichtung und den Betrieb des erweiterten Kanals. Für die Durchführung der Berechnungen werden die folgenden Eingangsdaten benötigt:

- vorhandene Betriebsmittelobjekte, Trassenlängen sowie beabsichtigte Trassenlängen zur Erweiterung und geplante Errichtungszeiträume,
- vorhandene Restwerte der vorhandenen Objekte,
- durchschnittliche oder spezifische Erweiterungskosten des Versorgungskanals,

- 
- vorhandene Medien im bestehenden Kanal und potentielle Medien innerhalb des erweiterten Abschnitts,
  - Kosten einer konventionellen Erdverlegung der Medien und innerhalb des Versorgungskanals,
  - Art der Siedlungsfläche (inner- / randstädtisch) und Baugrundverhältnisse,
  - zu erzielende Einnahmen durch Betreiber / Nutzer,
  - durchschnittliche Kosten für Betrieb und Kapitalbereitstellung,
  - durchschnittliche oder angepasste Abschreibungszeiträume.

Im Rahmen der Simulation der beiden Varianten werden die folgenden Ergebnisgrößen berechnet und im Ergebnisbericht dokumentiert:

- Alters- und Zustandsverteilung zu Simulationsbeginn und Simulationsende,
- Gegenüberstellung vereinfachte Aufwands- und Ertragsberechnung,
- Kaufmännische Kenngrößen: Betriebsaufwand (OPEX), Investitionen (CAPEX), Gesamt (TOTEX, mit und ohne soz. und indirekte Kosten),
- Technische Kenngrößen: Anlagensubstanz, Qualitätskennzahlen der enthaltenen Medien, technisches Risiko anhand der Zustandsverteilung (sowohl Bestandsnetz als auch Netzerweiterung).

#### *Fall C: Verbesserung der Effizienz betriebener Versorgungskanäle*

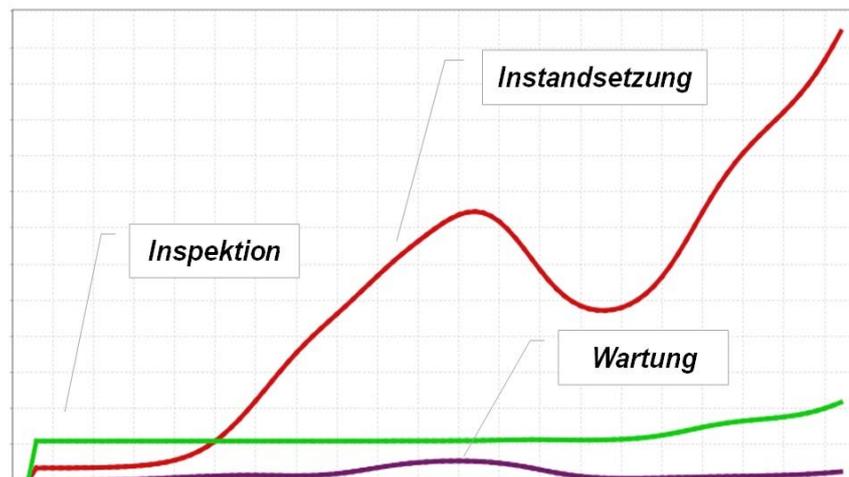
Der Fall C behandelt eine mögliche Verbesserung der Effizienz betriebener Versorgungskanäle. Hierbei führt der Betreiber bzw. Verwalter dienstleistend für den Eigentümer den Betrieb und die Instandhaltung des Kanals durch. Gegebenenfalls bestehen auch Betriebsführungsvereinbarungen für Teile der sich im Kanal befindlichen Medien. Die Aufgabe des Betreibers liegt nun im Erhalt der Funktionsfähigkeit der Anlagen bzw. in der Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit im Instandsetzungsfall. Der Dienstleistungsumfang gegenüber dem Eigentümer ist hierbei in einem entsprechenden Service-Level-Agreement vereinbart, in dem die Leistungen des Betreibers und das dafür zur Verfügung stehende Budget niedergeschrieben sind.

In diesem vorgegebenen Rahmen stellt sich für den Betreiber die Frage, welche Handlungsoptionen für den weiteren Betrieb des Versorgungskanals bestehen und ob ein mögliches Optimierungspotential bei den Instandhaltungsmaßnahmen existiert. Hierzu kann die bestehende Simulation mit den Rahmenbedingungen des Betreibers gefüllt und das vorhandene Optimierungsmodul dazu genutzt werden.

Die Ergebnisse solcher Rechnungen können bis auf Maßnahmenebene mit den bestehenden Prognosen für den weiteren Betrieb der Infrastruktur verglichen werden. Je nach Kriterium (Minimale Betriebskosten, erforderliche Maßnahmen für eine minimale Schadenserwartung) ändert sich das Bild des Ergebnisvergleichs. Gleichwohl kann die

Simulation dafür verwendet werden, ein kurzfristig höheres Betriebsbudget gegenüber dem Eigentümer zu begründen, um den langfristig sicheren Betrieb der Infrastruktur sicherstellen zu können.

Während der Bearbeitung zeigte sich, dass die standortbezogenen Ausgangs- und Ziel-daten, Rahmenbedingungen und Abhängigkeiten oft so verschieden sind, dass die Methode der Simulation dafür geeignet ist, die Entscheidungsfindung zu stärken.



Grafik G15: Vergleich der Instandhaltungsaufwendungen (schematisiert)

Für die Durchführung der Berechnungen werden die folgenden Daten benötigt:

- vorhandene Betriebsmittelobjekte und Trassenlängen sowie die jeweiligen Errichtungszeitpunkte,
- bereits geplante bzw. zyklische Instandhaltungsmaßnahmen je Betrachtungsobjekt,
- durchschnittliche oder spezifische Instandhaltungskosten zum Versorgungs kanal und der darin befindlichen Medien,
- Art der Siedlungsfläche (innerstädtisch, randstädtisch) und Änderungen in der Abnehmerstruktur (Bebauung),
- max. mögliche Maßnahmen je Objekt und Zeiteinheit.

Im Rahmen der Simulation der beiden Varianten werden die folgenden Ergebnisgrößen berechnet und im Ergebnisbericht dokumentiert:

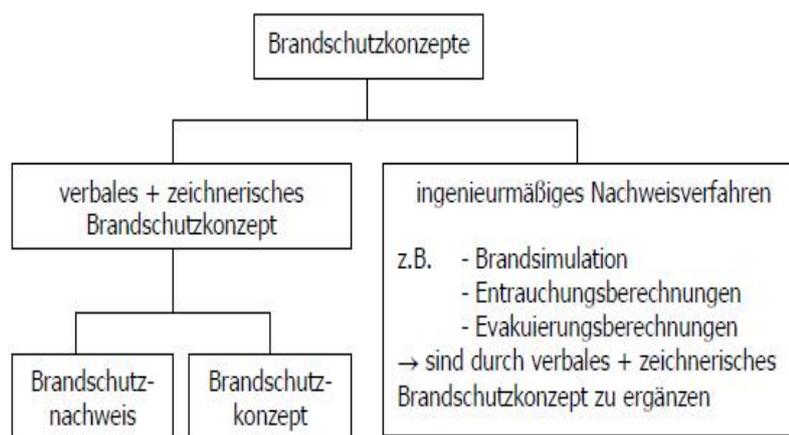
- Alters- und Zustandsverteilung zu Simulationsbeginn und Simulationsende,
- Maßnahmenmengen zur Instandhaltung für die einzelnen Objekte,
- Betriebsaufwand (OPEX) und Kosten je Instandhaltungsmaßnahme,
- Technische Kenngrößen: Anlagensubstanz, Qualitätskennzahlen der enthaltenen Medien, technisches Risiko anhand der Zustandsverteilung.

### 3.4.3 Muster – Lüftungs- und Brandschutzkonzept

Unter Beachtung der Rechtslage gemäß Punkt 1.4 sind beim Neubau oder der Ertüchtigung von baulichen Anlagen, Gebäuden sowie geregelten und ungeregelten Sonderbauten die Belange der Lüftung und des Brandschutzes zu berücksichtigen. Für die Auslegung einer hinreichenden Lüftung bestehen Vorgaben zu Kanälen mit Fernwärmeverteilungsanlagen [DGU11], auf deren Grundlage ein Teil der Werknorm TN A 2.07 zur Planung und zum Bau von Lüftungsanlagen in begehbaren Versorgungskanälen erarbeitet wurde.

Allgemeine Anforderungen und Schutzziele zum Brandschutz in baulichen Anlagen ergeben sich aus § 3 und § 14 der Musterbauordnung (MBO). Die konkreten Anforderungen und Schutzziele werden in den jeweiligen Landesbauordnungen benannt. Zusätzlich sind Schutzziele, welche sich aus privatrechtlichen Vorschriften und / oder privaten Interessen der Besitzer oder Betreiber einer baulichen Anlage ergeben, zu berücksichtigen.

Das Brandschutzkonzept selbst kann daher als Nachweis der Übereinstimmung v. g. öffentlich - rechtlicher Schutzzielvorgaben sowie der privatrechtlichen Anforderungen und Schutzzielvorgaben mit der Umsetzung im konkreten Bauvorhaben definiert werden. Sofern bestimmte Belange des Brandschutzes im Brandschutzkonzept nicht betrachtet werden sollen (z.B. privatrechtliche Vorgaben), ist dies eindeutig im Brandschutzkonzept zu benennen [EIP15]. Die Arten von Brandschutzkonzepten können wie folgt untergliedert werden:



Grafik G16: Übersicht Brandschutzkonzepte

Der Brandschutznachweis ist eine vereinfachte Form des Brandschutzkonzeptes und stellt einen Soll-Ist-Vergleich mit den bauordnungsrechtlichen Anforderungen dar. Aufgrund dieser Typik ist der Brandschutznachweis für Bestandsgebäude, komplexe bauliche Anlagen sowie zur Darstellung und Begründung von Abweichungen nicht geeignet.

---

Das Brandschutzkonzept beschreibt verbal und zeichnerisch auf der Grundlage von definierten Ausgangsparametern (die sich aus den Beurteilungsgrundlagen, der Risikoanalyse und den Schutzziele ergeben) das sinnvolle Zusammenwirken von spezifischen Brandschutzmaßnahmen für eine bestimmte bauliche Anlage mit dem Ziel, die Grundsatzanforderungen von MBO §§ 3 und 14 einzuhalten (nach Heilmann / Ohme [EIP15]).

Eine besondere Form oder Reihenfolge für das Brandschutzkonzept bzw. den Brandschutznachweis sind in der Regel nicht vorgeschrieben. Es haben jedoch alle maßgebenden Nachweise zu erfolgen bzw. sind die brandschutztechnischen Anforderungen gemäß der jeweiligen bauaufsichtlichen Vorschrift umfassend, nachvollziehbar und verständlich darzustellen. Insbesondere sind darzulegen:

- die Auswahl und Wertung der fachlichen Grundlagen,
- die bauordnungsrechtliche Einordnung,
- die Flucht- und Rettungswege,
- der baukonstruktive Brandschutz,
- die Brandschutzanforderungen an Installationen und Haustechnik,
- der anlagentechnische Brandschutz,
- der abwehrende Brandschutz,
- der organisatorische Brandschutz.

Inhalt und Aufbau können u.a. gemäß den Vorgaben und der Gliederung der vfdb-Richtlinie 01/01 [Vfd02] sowie unter Berücksichtigung weiterer Hinweise erfolgen [VdS14], sodass eine Prüfung bzw. ein Abgleich zutreffender Inhalte möglich ist.

Im Rahmen der Facharbeit der IBV wurde durch die NETZ LEIPZIG GmbH eine Aufgabenstellung für ein Brandschutzkonzept [LEI14] erarbeitet, welches alle relevanten Schutzziele, die Aufarbeitung vorhandener Risiken und spezifischen Anforderungen aus Sicht der IBV enthält. Die Umsetzung liegt für einen Versorgungskanal in Leipzig – Grünau vor [BCL15]. Dabei wurden die verschiedenen Abhängigkeiten zur Lüftungsanlage und zum Lüftungsregime im Normalfall sowie im Brandfall einbezogen. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag jedoch beim Brandschutz und weniger auf der Redundanz zur Auslegung der unterschiedlichen Lüftungsanlagen (natürliche und technische Lüftung).

Die Erfahrungen zu inhaltlich getrennten Brandschutz- und Lüftungskonzepten für begehbare Versorgungskanäle haben gezeigt, dass es eine Vielzahl von gegenseitigen Abhängigkeiten bei der Gestaltung und Bemessung von Lüftungsanlagen und zum baulichen Brandschutz gibt. Ein Muster – Lüftungs- und Brandschutzkonzept soll weder den komplexen Ansatz eines Brandschutzkonzeptes (inkl. Brandlastberechnungen

oder Brandsimulationen) bei Bedarf ersetzen noch die konstruktiven Details einer Lüftungsanlage vormessen. Dafür besteht bis zur Phase der Entwurfsplanung die Notwendigkeit, alle Anforderungen und Wechselwirkungen aus den spezifischen Schutzzielen abzuleiten und in bauliche, anlagentechnische und organisatorische Maßnahmen umzusetzen.

Zu den hauptsächlichen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen gehören:

- Einordnung der Schutzziele zur Lüftung und zum Brandschutz,
- Einbeziehung der Schutzmaßnahmen aus der Gefährdungsbeurteilung,
- Lage und Länge von Lüftungs- und Brandabschnitten, in Abhängigkeit der Topografie, der Flucht- und Rettungswege, der Anordnung der Leitungen einschl. der überschlägigen Brandlasten sowie Funktionen benachbarter Gebäude und Anlagen,
- Eignung der Lüftungsschächte oder -rohre zur Brandbekämpfung (ggf. Rettung),
- Bemessungsgrundlagen zur Be- und Entlüftung, Entstaubung und Entrauchung,
- Schaltungen der Lüftungsanlage im Brandfall,
- Auswahl der Erzeugnisse, Einbauhinweise sowie brandschutztechnische Anforderungen bzw. ex-geschützte Bauteile,
- Schaltung von Lüftungs- und Brandschutzkomponenten über die Betriebsstromanlage,
- Rückschlüsse auf die Gestaltung von Flucht- und Rettungswegen,
- Vorgaben des abwehrenden Brandschutzes (länderspezifische Regelungen in Abstimmung mit der örtliche Feuerwehr),
- Verankerung der Inspektions- und Prüfungszyklen in der Betriebsordnung sowie Anlagendokumentation.

Der *Anhang A* [25] enthält die Aufgabenstellung zum Lüftungs- und Brandschutzkonzept für das Sammelkanalnetz in Berlin – Marzahn im Auftrag der Vattenfall Europe Wärme AG Berlin. Das Projekt befindet sich noch in Bearbeitung. Die Herangehensweise ist soweit verallgemeinert, um als Muster für weitere Vorhaben Verwendung zu finden.

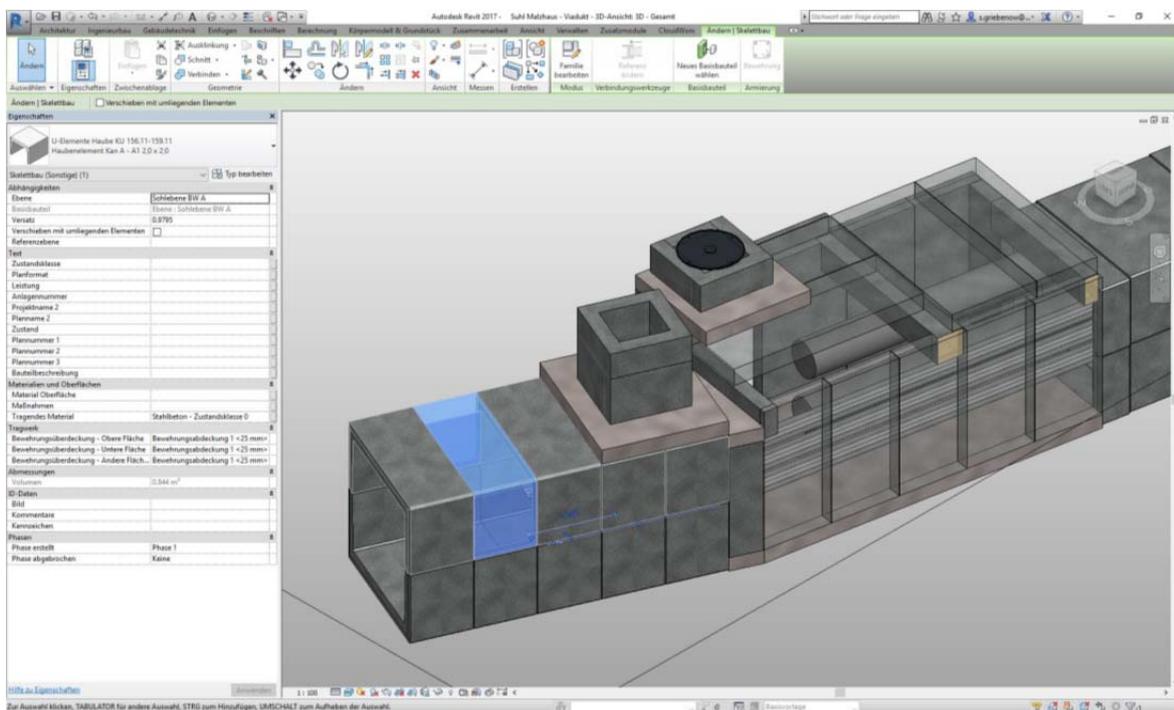
Die Ergebnisse fließen auch in die Ausführungsplanung des Versorgungskanals am Standort des Energieparks Kulkwitz und in das Betriebshandbuch des künftigen Betreibers nach Inbetriebnahme des Kanals ein, da erst mit vollständiger Klärung des künftigen Leitungsbestandes die Lüftungsanlage und die Brandschutzmaßnahmen im Detail geplant werden können.

Das Konzept stellt einen wichtigen Planungs- und Betriebsbaustein dar, bei oft unterschätzter Wirkung längerfristig unzureichender Lüftung, jedoch erfahrungsgemäß geringer Brandrisiken.

### 3.4.4 BIM – Technologie für Neubau und Instandhaltung

Building Information Modeling (BIM) beschreibt eine Methode zur softwaregestützten Prozessoptimierung auf Basis eines 3D-Modells, das den Projektbeteiligten Werkzeuge für eine effiziente Planung, Errichtung und Bewirtschaftung von Bauwerken und Anlagen der Infrastruktur bereitstellt [BIM13].

Bei der bauteilorientierten Modellierung werden alle denkbaren Bauwerksparameter zu Konstruktion (u.a. Geometrie, Baustoffe, Tragverhalten, Energiebilanz, technische Ausrüstung, Kosten, Instandhaltung und dergleichen) digital erfasst, in Datenbanken verarbeitet und vernetzt. Die Projektpartner (z.B. Eigentümer/Betreiber, Planer, Fachingenieure, Bauunternehmen) können in einem Modell gemeinsam arbeiten sowie die Daten für jede Bau- und Nutzungsphase abrufen und fortschreiben.

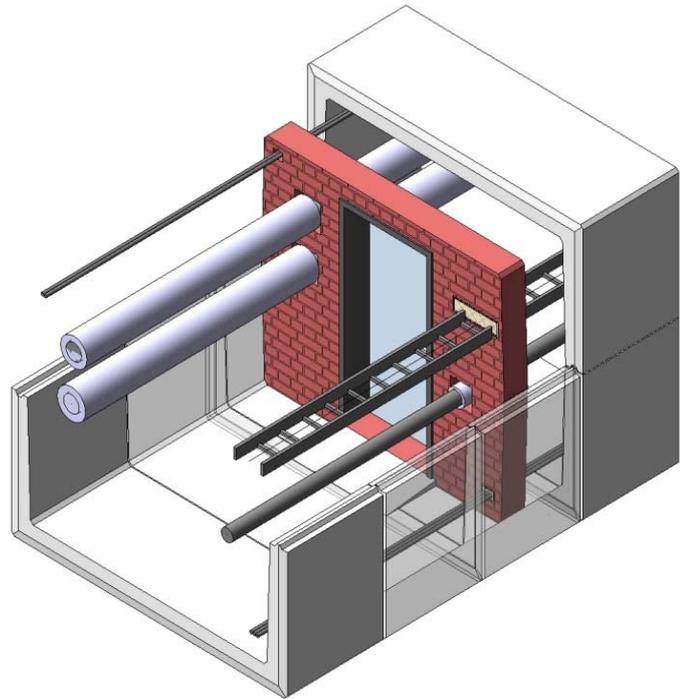


Grafik G17: Arbeitsoberfläche des BIM-CAD-Systems Autodesk Revit® mit Darstellung eines Versorgungskanals als 3D-Modell

Im Gegensatz zur klassischen Bauplanung lassen sich mit der bauteilorientierten BIM-Methode durch die Erstellung eines nahezu realen Bauwerksmodells disziplinübergreifende Zusammenhänge besser darstellen, optimieren und das Bauwerksverhalten simulieren (z.B. Instandhaltungszyklen). Änderungen im Modell führen automatisch zur Aktualisierung aller betreffenden Bauwerksparameter, die für alle Beteiligten in Form von Zeichnungen/Plänen und als Datenpaket direkt verfügbar sind. Beispielsweise ist bei laufend aktualisierten Stücklisten aufgrund geänderter Anzahl von Einbauteilen durch Datenvernetzung der unmittelbare Abgleich mit den Kosten möglich.

Durch die ständige Synchronisation der Datenbasis werden die Bauwerksinformationen kontinuierlich aufbereitet. Der verbesserte Datenabgleich soll letztlich die Produktivität aller Prozesse hinsichtlich Kosten, Terminen und Qualität während des gesamten Lebenszyklus steigern.

Nachfolgende Grafik zeigt das 3D-Modell einer in einem Versorgungskanal zu errichtenden Brandwand mit den entsprechenden Leitungsdurchführungen.



*Grafik G18: Einbau einer Brandwand in einen Begehbaren Versorgungskanal*

Bei Bau und Betrieb eines Versorgungskanals sind die Anforderungen jedes Leitungseigentümers, des künftigen Kanalbetreibers, der Fachplaner und der potentiellen Abnehmer in einem Projekt rationell zu bündeln. Die Erfassung und zeitnahe Fortschreibung von Konstruktionen und Bauwerksstrukturen im Bestand sowie in Ausführungsphasen und Revisionsprozessen zwischen den Arbeitsplätzen des Planers und dem Verwaltungssystem des Auftraggebers, wie z.B. SAP (Software zur Abwicklung sämtlicher Geschäftsprozesse eines Unternehmens wie Buchführung, Controlling, Vertrieb, Einkauf, Produktion, Lagerhaltung und Personalwesen von SAP SE mit Sitz im baden-württembergischen Walldorf), ist vor allem für Instandhaltungsmaßnahmen von Bedeutung, um stets über Änderungen aktuell Kenntnis zu erlangen.

Zum gegenwärtigen Entwicklungsstand kann BIM bei der Ertüchtigung von begehbaren Versorgungskanälen zur Identifizierung, Bearbeitung und Ablage von Bauwerksdokumenten (u.a. nach der Konstruktionsphase unternehmensweiter Zugriff auf CAD-Modelle, Bestands-, Ausführungs- und Revisionsplänen) beitragen.

---

Im SAP PLM Prozess (Product-Lifecycle-Management bzw. Produktlebenszyklusmanagement) lassen sich die digitalen Bauwerksinformationen unter Verwendung von Neutral-, Austausch-, Web- oder interaktiven 3D-Formaten über eine gemeinsame Software-Schnittstelle zwischen den Konstruktions- und Bewirtschaftungsprogrammen (z.B. Conversion Engine von CIDEON Holding GmbH und Co. KG) im- und exportieren. Die Auswahl und Programmierung spezieller Such- und Zuweisungsfunktionen sind an die konkrete Softwareumgebung der jeweiligen SAP- und BIM-Systeme anzupassen. Als Erstanwender wurde die DREWAG NETZ GmbH gewonnen.

## 4 Fazit

Unterirdische Druckrohrleitungen und Kabel bringen, vereinfacht beschrieben, Energie, Wasser und Informationen vom Erzeuger bzw. der Aufbereitung zum Kunden. Diese Netzinfrastruktur ist Voraussetzung urbanen Lebens und ohne eine stetige Entwicklung und Anpassung kaum vorstellbar. Ausdruck dessen sind Weiterentwicklungen und Innovationen im Bereich der Materialien und vor allem der Technologien zur Verlegung und Instandsetzung von Leitungssystemen. Tägliche Baustellen erfordern enorme volkswirtschaftliche Ressourcen mit in Summe „erheblichen ökologischen Folgeproblemen“ [Böh15].

Unter bestimmten stadttechnischen bzw. Versorgungsbedingungen sind die wirtschaftlichen und umweltbezogenen Auswirkungen verschiedener Leitungsarten in einer Trasse langfristig so erheblich, dass wiederholte Aufgrabungen in kurzen Zeiträumen nicht mehr akzeptiert werden können. In diesen Situationen sind begehbare Versorgungskanäle / Leitungsgänge „fast zwingend“ [Bür04] eine reelle Alternative.

Im Rahmen dieses Projektes konnten jahrzehntelange Erfahrungen zur Errichtung, aber vor allem zur Bewirtschaftung von begehbaren Versorgungskanälen genutzt werden, um im Sinne der weitgehend unbestrittenen langfristigen Vorteile, das Entwicklungspotential dieses Erschließungssystems aufzuzeigen.

Der 1. Bauabschnitt für den Energiepark Kulkwitz ähnelt einem innerstädtischen Bauvorhaben im beengten Bauraum. So wurden überdurchschnittliche Baukosten durch Umbindung / Umverlegung von Leitungen, durch inhomogenen Baugrund und statische Wechselwirkungen angrenzender Bebauung (Anwendung von Bohrpfählen) kalkuliert. Den Mehrkosten von rund 12 % im Vergleich zum unbebauten Baugrund stehen höhere vermiedene Kosten für wiederholte Um- und Nachrüstungen von erdverlegten Leitungen in den nächsten Jahren gegenüber.

Die geplanten Teillösungen wie platzsparende Kubaturen der Verteilerbauwerke, effiziente Hausanschlusslösungen, instandsetzungsfreundliche Fugenkonstruktionen, verschleißarme Montageschächte oder eine beispielgebende Sicherheitsausstattung dokumentieren ein anpassungsfähiges Verlegesystem unter schwierigen Baugrund- und Versorgungsbedingungen.

Für die eigentliche Erschließung des Energieparks wie für benachbarte Grundstücke wurde zusätzlich nach Lösungen gesucht, Technologien des grabenlosen Bauens erdverlegter Leitungen mit Verlege- und Montageräumen im Versorgungskanal zu koppeln. Insbesondere die Statik der baulichen Hüllkonstruktion ist an ausgewählten Stellen durch ein spezielles Stützen – Riegel – System auf die grabenlose Durchdringung von Leitungen über sog. Bewehrungsfenster oder den Anschluss weiterer Kanalstrecken vorbereitet.

---

Für eine optimale Auslastung der Kanalquerschnitte bzw. maßgenaue Vorhaltung von Reserveräumen wurden die Mindestabstände zwischen Leitungen und den Kanalinnenflächen sowie den Leitungen untereinander, für typische Nennweiten und Betriebsparameter, bestimmt. Dies ist ebenso eine Voraussetzung für effizientes Bauen wie für das problemlose Nachrüsten von Leitungen.

Komplettiert werden die Weiterentwicklungen durch die Anwendung verbesserter Sicherheitstechnik, funktionsoptimierter Stahleinbauten, Erzeugnisse des Brandschutzes und der Lüftungstechnik sowie verschiedener Komponenten zur Kennzeichnung, Überwachung, Messung und Steuerung.

Letztlich ist die Akzeptanz begehrter Versorgungskanäle an ein geordnetes und wirtschaftlich abbildbares Betriebsmanagement gebunden. Aus der Vielzahl praktizierter Betriebsformen werden Übersichten und Modelle aufgezeigt, die zu mehr Systematik, Transparenz und Kompetenz in der Bewirtschaftung beitragen. Insbesondere das Simulationsmodell zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung stellt in Kombination von Methodik und Quelldaten eine Pilotlösung dar.

Neben den Entwicklungen in der weiterhin dominierenden Erdverlegung nimmt der Betrieb von Leitungen in unterirdischen Verlege-, Bedien-, Montage- und Reserveräumen innerhalb einer baulichen Schutzkonstruktion auch künftig eine Sonderstellung ein. Das Spektrum der Weiterentwicklungen dokumentiert den gegenwärtigen Stand der Technik und stellt in Summe der langfristigen Vorteile ein prägnantes Beispiel Nachhaltigen Bauens dar (vergleiche [Rog07]). Eine Zusammenfassung der Entwicklungsbausteine enthält *Anhang A* [26] in Form von Kennblättern.

Zur Verbesserung der Akzeptanz dieses Verlegesystems unter urbanen Siedlungsflächen ist eine Richtlinienarbeit notwendig, welche über den Werknormenstatus hinaus, die Vielzahl zulassungs- und planungsrechtlicher sowie wirtschaftlicher und bautechnischer Probleme und Beispiele aufarbeitet und im Sinne nachhaltigen Wirtschaftens auflöst.



*Bild B34: Bau eines Versorgungskanals in geschlossener Bauweise*



*Bild B35: Versorgungskanal in geschlossener Bauweise nach Inbetriebnahme*

## 5 Verzeichnisse

### 5.1 Bilder Tabellen und Grafiken

#### Bilder

Bild B1: Standort der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG .....	8
Bild B2: Historische Aufnahme des Landkraftwerks Kulkwitz .....	12
Bild B3: Gebäudebestand am gegenwärtigen Haupteingang im Jahr 1974.....	12
Bild B4: Standort Dr. Födisch AG mit angrenzendem Energiepark Kulkwitz .....	13
Bild B5: Lageplan zur Trassenführung des Sammelkanals.....	21
Bild B6: Detaillierter Lageplanausschnitt Trassenabschnitt 1A .....	22
Bild B7: Varianten nicht begehrbarer Hausanschlusskanäle.....	23
Bild B8: Schnitt durch den Versorgungskanal in Querung der Energiehalle .....	24
Bild B9: Kanalquerschnitt mit beidseitiger und einseitiger Medienanordnung .....	24
Bild B10: Isometrien der Heizleitungen am Beispiel des Schachtbauwerkes 2.....	26
Bild B11: Lage und Wirkungsweise der Lüftungsabschnitte 1 A und 1 B.....	28
Bild B12: Beispiel Rauchmelder mit Türkontakt zur Trennung zweier Brandabschnitte in einem Lüftungsabschnitt .....	34
Bild B13: Prinzip einer Fugenkonstruktion .....	36
Bild B14: Doppelkeil-Dichtung mit Prüf- und Verpressstützen auf Spitzenschulter des Fertigteil - Rahmenelementes .....	38
Bild B15: Darstellung eines Schachthalses mit Systemelementen .....	42
Bild B16: Wasserwegsamkeiten an Montageabdeckungen.....	43
Bild B17: Abdichtung der Auflagerfuge mittels Quelfugenband .....	43
Bild B18: Bestandsbeispiel Kabeltragsystem.....	44
Bild B19: Grundvarianten für Kabeltragsysteme: Ständer (a), Wandausleger (b), Hängestiel (c) und Wandschiene (d) .....	45
Bild B20: C-Schienen und „Einschubausleger“ .....	46
Bild B21: Nachrüstung einer Brandwand im Bestandskanal.....	51
Bild B22: Montage von Kabelboxen zur Nachrüstung von Kabeln .....	51
Bild B23: Einsatz von Brandsperren an Rohren und Kabeln.....	52
Bild B24: Einbau einer Rauchschutzklappe .....	52
Bild B25: Allgemeiner Aufbau des Steuerungssystems .....	55
Bild B26: Zuluft – Regelklappe zum Einsatz in Versorgungskanälen .....	57
Bild B27: Beispiel einer Lüftungshaube und benachbartem Notausstieg .....	58
Bild B28: Flachwassersumpf mit Pumpe und 3-Stab-Sonde.....	59
Bild B29: Grundriss und Schnitt Ausbildung Pumpensumpf .....	59
Bild B30: Vergleich Alt- und Neubeschilderung sowie der Leiterkennzeichnung mit unterschiedlicher Leuchtstärke.....	62
Bild B31: Fluchtwegschild auf Ständer .....	62

Bild B32: Fluchtwegekennzeichnung auf Winkelschild .....	62
Bild B33: Beispiel Messwertgeber im Versorgungskanal.....	66
Bild B34: Bau eines Versorgungskanals in geschlossener Bauweise.....	87
Bild B35: Versorgungskanal in geschlossener Bauweise nach Inbetriebnahme .....	87

### Tabellen

Tabelle T1: Verfahrensweise „Erstellen einer Gefährdungsbeurteilung .....	32
Tabelle T2: Überdeckungsbedingte Systematisierung der Schachthalselemente .....	41
Tabelle T3: Mindestabstände der Rohraußenflächen / Kabelmantel zu Kanalinnenflächen bzw. zum Bediengang.....	49
Tabelle T4: Mindestabstände der Rohraußenflächen / Kabelmantel zueinander .....	49
Tabelle T5: Kosten – Nutzen - Vergleich am Beispiel des geplanten Versorgungskanals .....	69

### Grafiken

Grafik G1: Module zur Energieerzeugung der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG ....	15
Grafik G2: Schematische Darstellung der Energieerzeugung .....	15
Grafik G3: Schematische Darstellung des Nahwärmenetzes .....	15
Grafik G4: Vorschlag zur Aufteilung von Gewerbe- und Wohnflächen .....	16
Grafik G5: Verlegeschema im Rechteckquerschnitt nach Werknorm TN A 2.07 .....	47
Grafik G6: Verlegeschema im Kreisquerschnitt nach Werknorm TN A 2.07 .....	48
Grafik G7: Übersichtsdisplay als Lageschema .....	64
Grafik G8: Display zum Verteilerbauwerk 2 .....	65
Grafik G9: Bündelung von Wissen und Methodik führen zum entwickelten Simulationsmodell.....	70
Grafik G10: Auswahl von Verknüpfungen im Ursache – Wirkungs- Diagramm.....	71
Grafik G11: Exemplarische Darstellung des Simulationsmodells „Versorgungskanal“	72
Grafik G12: Kumulierter Kostenvergleich Erdverlegung von Leitungen zu Verlegung im Versorgungskanal (schematisiert) .....	74
Grafik G13: Auszug d. zu simulierenden Erweiterungen in einem Betriebsmittelbaum	76
Grafik G14: Vergleich möglicher Erweiterungsvarianten (schematisiert) .....	76
Grafik G15: Vergleich der Instandhaltungsaufwendungen (schematisiert) .....	78
Grafik G16: Übersicht Brandschutzkonzepte .....	79
Grafik G17: Arbeitsoberfläche des BIM-CAD-Systems Autodesk Revit ® mit Darstellung eines Versorgungskanals als 3D-Modell .....	82
Grafik G18: Einbau einer Brandwand in einen Begehbaren Versorgungskanal .....	83

## 5.2 Begriffe und Abkürzungen

**BA1** *Versorgungskanäle* im Sinne des Projektes sind unterirdische begehbare bauliche Anlagen der Energie- und Wasserwirtschaft, in denen Rohrleitungen und Kabel auf Lager- und Unterstützungsstrukturen gebündelt verlegt sind. Begehbare Versorgungskanäle verfügen über Verlege-, Montage-, Bedien- und Reserveräume auf Kanalsrecken und integrierten Schachtbauwerken. Der zeitweilige Aufenthalt im Versorgungskanal erfolgt nur durch dafür befugte Personen.

### Öfter verwendete synonyme Begriffe:

Leitungsgang,	Medienkanal oder –tunnel,
Leitungskanal, oder –tunnel,	Mehrspartenkanal,
Sammelkanal,	Fernwärme- oder Heizkanal,
Kollektor,	Leitungsdüker,
Infrastrukturkanal,	Leitungssammelkanal.

### Vorherrschende Leitungsarten / Medien:

Nah- und Fernwärmeleitungen (VL-RL) / Heizwasser oder Dampf bzw. Kondensat

Wasserleitung / Roh-, Trink-, Brauchwasser, Grauwasser etc.

Gasleitung / Naturgas, Biogas, Synthesegas etc.

Entwässerungsleitungen / Betriebswasser (*je nach Betriebsordnung / Satzung*)

Produktenleitungen / Prozesswasser oder Prozessgase ... (*spezifisch*)

Stromkabel / bis zur 400 kV - Spannungsebene

Telekommunikationskabel / verschiedene Materialien und Übertragungsformen.

### Abgrenzung:

Abwasserleitungen (Schmutz-, Misch- oder Regenwasser) werden bis auf einzelne Sonderbauformen nicht in den Versorgungskanälen geführt und werden in diesem Projekt nicht näher betrachtet. Entwässerungsanlagen zur Ableitung von Handhabungsverlusten an Leitungswasser oder infiltrierendes Schichtenwasser sind jedoch Bestandteil der Versorgungskanäle.

Versorgungstunnel oder -stollen, die in grabenlosen oder bergbaulichen Verfahren entstanden sind und i.d.R. der Bergaufsicht unterliegen, werden hier ebenso nicht berücksichtigt wie Versorgungstunnel als Teil von Verkehrsbauten.

- 
- BA2** GSTT - German Society for Trenchless Technology E.V.  
Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen und Instandhalten von Leitungen e.V.  
[www.gstt.de](http://www.gstt.de).
- BA3** IBV - Interessengemeinschaft Begehbare Versorgungskanäle (IBV),  
gegründet am 01. September 2014; [www.utility-tunnel.com](http://www.utility-tunnel.com).
- BA4** *Versorgungskanäle* sind im Sinne des Bauordnungsrechts als bauliche Anlagen anzusehen, die keine explizite Zuordnung im Anwendungsbereich der jeweiligen Landesbauordnungen finden, z. B. nach § 2 (4) SächsBO. Es ist anhand der Kriterien zu § 2 (4) Punkt 17 SächsBO zu prüfen, ob eine Einordnung als unregelmäßiger Sonderbau zutreffend ist (siehe Werknorm TN A 2.07).
- BA5** BGB - Bürgerliches Gesetzbuch  
Neubekanntmachung BGBl. I S. 42 ff vom 02. Januar 2002.
- BA6** DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin,  
[www.dguv.de](http://www.dguv.de).
- BA7** WU-Beton = Wasserundurchlässiger Beton nach DIN 1045-2 und EN 206-1, als „Beton mit hohem Wassereindringwiderstand“.
- BA8** Unter einer *MSR – Anlage* in begehbaren Versorgungskanälen werden mechanische und sensorische Mess-, Steuerungs-, und Regelungseinheiten verstanden, die betriebliche Einrichtungen wie Lüfter, Strömungsklappen, Entwässerungspumpen, Schließsysteme oder Beleuchtung in den jeweiligen Betriebszuständen, meist über eine Leitstelle, steuern und überwachen.
- BA9** Das Wort *Ertüchtigung* steht im Bauwesen und in der Energiewirtschaft für das Verstärken oder Modernisieren von Nutzungseinheiten. Durch die Ertüchtigung werden Versorgungskanäle in ihrer Funktion und Sicherheit verbessert.
- BA10** Als *Schachtbauwerke* werden hier begehbare Abzweig-, Verteiler- oder Endbauwerke innerhalb der Kanaltrasse bezeichnet, die neben abzweigenden Leitungen auch Armaturen, Kompensatoren und sonstige betriebliche Einrichtungen aufnehmen. Synonyme Begriffe sind Schacht oder Bauwerk.
- Schachthälse* oder nur *Schächte* von Bauwerken sind auch Decken- und Seitenschächte zumeist als Bestandteil des Flucht- und Rettungsweges oder der Lüftungsanlage sowie Montageschächte zum Einfädeln von Rohrleitungen und Kabeln für Änderungen im Leitungsbestand. Weitere Bauteile über der Kanaldecke werden dem *Schachthals* oder dem *Schachtkopf* zugeordnet.

**BA11:** Das Ethernet ermöglicht den Datenaustausch zwischen den in einem lokalen Netz angeschlossenen Geräten mit Übertragungsraten bis zu 100 Gigabit/s, bei Verteilung über Glasfaserkabel für Netzlängen über 10 km.

**BA12** DVGW - Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.  
Technisch – wissenschaftlicher Verein, [www.dvgw.de](http://www.dvgw.de).

### 5.3 Gesetze und Normen

MBO	Musterbauordnung (MBO), Bundesgesetz, Fassung Nov. 2002, Rechtsstand 21. September 2012, 87 Seiten;
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch (BGB), BGBl. I S. 42, 2909; zuletzt geändert durch Artikel 3 vom 24. Mai 2016, BGBl. I S. 1190;
BauGB	Baugesetzbuch BGBl. I S. 2414, zuletzt geändert 20.10.2015 (BGBl. I S. 1722);
SächsUVP	Gesetz zur Umweltverträglichkeitsprüfung im Freistaat Sachsen, einschl. Änd. nach EG Richtlinie 2002/35/EG, vorläufige Fassung;
ArbSchG	Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit, BGBl. 1996, 1246, zuletzt geändert am 30. 07. 2004;
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung vom 12. August 2004, BGBl. I S. 2179, zuletzt geändert am 30.11.2016 BGBl I S. 2681 ff;
BetrSichV	Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung), BGBl. I 2015 S. 49, zul. geändert am 15.11.2016, BGBl. S. 2549;
DIN 1072	Straßen- und Wegbrücken – Lastannahmen / 12-1985;
DIN Fachbericht 101	Lasten und Einwirkungen auf Brücken einschließlich Kombinationsregeln, März 2003;
DIN VDE 0100	Errichten von Niederspannungsanlagen;
DIN VDE 0100-410	Schutz gegen elektrischen Schlag;
DIN 67510-1	Lang nachleuchtende Pigmente und Produkte: 2009-11;
DIN 67510-4	Teil 4: Produkte und Kennzeichnungen: 2011-04;
DIN EN ISO 7010	Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen, Oktober 2010;
DIN EN ISO 3059	Zerstörungsfreie Prüfung – Eindringprüfung und Magnetpulverprüfung: 2002-01
DIN 18195	Abdichtung von Bauwerken, Teile 1 bis 10, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2009 bis 2011;
DIN 18197	Abdichten von Fugen in Beton mit Fugenbändern", Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2011
DIN EN 1504-5	Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken - Definitionen, Anforderungen, Qualitätsüberwachung und Beurteilung der Konformität - Teil 5: Injektion von Betonbauteilen", Berlin: Beuth Verlag, 2013;

---

EN 10027 - 2	Bezeichnungssysteme für Stähle: 2015-07, Teil 2: Nummernsystem;
DIN 4102-1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: 1998-05, Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen;
DIN 4102-12	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: 1998-11, Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen, Anforderungen und Prüfungen;
DIN 24537 – 1	Roste als Bodenbelag: 2006-04, Teil 1: Gitterroste aus metallischen Werkstoffen;
DIN 18799 - 1	Ortsfeste Steigleitern an baulichen Anlagen: 2009-05, Teil 1: Steigleitern mit Seitenholmen, sicherheitstechnische An- forderungen und Prüfungen;
DIN ISO 23601	Sicherheitskennzeichnung–Flucht- und Rettungspläne, 2010–12;
DIN 14095	Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen, 2007 – 05;
MLAR	Muster – Leitungsanlagen – Richtlinie MLAR, Fassung 10.2.2015, AK TGA, Fachkommission Bauaufsicht der BMK, Stand 05.04.16;
ASR A 1.3	Technische Regeln für Arbeitsstätten – Beleuchtung, zuletzt geändert GMBI 2014 S. 287;
ASR A 3.4	Technische Regeln für Arbeitsstätten – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung, Februar 2013;
Werknorm TN A2.07	Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von begehbaren Versorgungskanälen, ENSO, ENSONETZ, DREWAG, DREWAG NETZ, Oktober 2016;
Werknorm TN K 2.3.03	DREWAG GmbH / DREWAG NETZ GmbH, Kabellegung – Technische Forderungen, Juli 2004.

## 5.4 Literatur

- [Ste02] STEIN, D.: Der begehbare Leitungsgang, Verlag Ernst & Sohn, 2002.
- [Dre97] DREWNIOK, P., REIM, K.-P.: Studie zur ökologischen Erneuerung innerstädtischer Ver- und Entsorgungsleitungen sowie zur Erschließung kontaminierter Industriebrachen mit Hilfe begehbare Leitungsgänge – Teil III: Umsetzung in Herne und Ökologie; Forschungsbericht der Ruhr - Universität Bochum, September 1997.
- [Spi16] SPITZER, H., REIM, K.-P.: Bewirtschaftung begehbare Versorgungskanäle mit Unterstützung eines dynamischen Asset – Simulationsmodells, Bi UmweltBau, Heft 05/2016, Seite 54 – 59.
- [AGF16] Arbeitsblatt AGFW FW 437: Bauliche Anlagen in der Fernwärme, Überwachung und Prüfung, Arbeitsstand 02/2016.
- [ums14] urban management systems GmbH Leipzig: Städtebauliches Leitbild für das Gewerbegebiet Zwenkauer Straße I, Gemarkung Kulkwitz, Stadt Markranstädt vom 16. 04. 2014.
- [Foe14] FÖDISCH, H.: Eigenstromerzeugung als Maßnahme zur nachhaltigen Kostensenkung am Beispiel des Firmenstandortes der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG im Energiepark Kulkwitz, Vortragsunterlagen vom 29. 04. 2014.
- [Gün11] GÜNEYSU, S. I.: Bündelung unterirdischer Versorgungsleitungen in begehbaren Leitungsgängen, Rechtsrahmen für Planung, Bau und Betrieb, Internationale Göttinger Reihe, Band 49, Oktober 2011.
- [IBV17] Interessengemeinschaft begehbare Versorgungskanäle (IBV): Rechtliche Einordnung begehbare Versorgungskanäle, Positionspapier, Stand Februar 2017 / Juli 2015.
- [Ste04] STEYER, G.: Der moderne Infrastrukturkanal – Ein Abriss wichtiger Rechtsfragen, ibr 08-2004, Seite 10 – 14.
- [Sch15] SCHIFFER, T.: Was ist eigentlich Bestandsschutz – wie wirkt er und wie nicht ? Fachbericht Recht und Regelwerk, 3R International, Heft 04-05 2015.
- [Rei09] REIM, K.-P.: Muster - Gefährdungsbeurteilung zum Betrieb begehbare Versorgungskanäle, DVGW – Schulungsmaterial 2009.
- [GST11] Analyse zur ökologischen und ökonomischen Bewertung offener und geschlossener Bauverfahren zur Herstellung unterirdischer Infrastrukturmaßnahmen, GSTT Beratungsservice GmbH, Ruhr – Universität Bochum, September 2011, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (AZ. 24642-23/02).
- [Sia03] Verlegung von unterirdischen Leitungen, Punkt 5 Leitungstunnel, S. 22 – 27, Schweizer Norm, Vornorm 532205, SIA Zürich 2003.
- [ISK07] Fachhochschule Dortmund, Fachbereich Architektur, Abwassermaßnahmen: Forschungsvorhaben „Infrastrukturkanal aus Betonfertigteilen“  
Der Infrastrukturkanal – Ein innovatives nachhaltiges Erschließungskonzept für

- Städte und Gemeinden: Forschungsbericht, Dezember 2007.
- [GRU86] Grundmann, W.: Heimatblätter des Kulturbundes der DDR, Gesellschaft für Heimatgeschichte Leipzig; Wolfgang Grundmann, Leipzig 1986).
- [Mok09] MOKOSCH, M.: Baugrundgutachten für den Neubau eines Betriebsgebäudes in 04420 Markranstädt, Zwenkauer Straße 159, Sachverständigenbüro für Grundstücks-Bewertung und Baugrund, Nossen, 28. 08. 2009.
- [GIB15] Integrale Planung zur Demonstration eines weiterentwickelten begehbaren Versorgungskanals für Medienleitungen am Beispiel des Energieparks Kulkwitz / Stadt Markranstädt, Zwischenbericht DBU Az 31331-23, GIBA mbH, 30. 06. 2015.
- [GST99] Planung Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen – Leitfaden Teil 1: Allgemeine Grundlagen, Mai 1999, Anhang 2: Betriebsordnung (Muster).
- [DGU12] DGUV – Information 211-010: Sicherheit durch Betriebsanweisungen, Dezember 2012.
- [GST02] Planung Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen – Leitfaden Teil 2: Betrieb und Instandhaltung von begehbaren Leitungsgängen, April 2002.
- [TRB06] TRBS 1111 - Technische Regeln für Betriebssicherheit, Gefährdungsbeurteilung und Sicherheitstechnische Bewertung, Bundesministerium für Arbeit und Soziales vom 15. 09. 2006, 11 Seiten.
- [LAS09] LASI – LV40 Leitlinien zur Arbeitsstättenverordnung, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik, Stand März 2009.
- [BGB07] BG Bau / STUVA: Leitfaden für ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkonzept auf Untertagebaustellen, 2007.
- [GST06] Planung Bau und Betrieb von begehbaren Leitungsgängen – Leitfaden Teil 3: Sicherheit in begehbaren Leitungsgängen, Juli 2006.
- [DGU11] DGUV Regel 103-002 Fernwärmeverteilungsanlagen; Ausgabe Februar 2011.
- [GST97] Bau und Betrieb begehbaren Leitungsgänge – Statusbericht, GSTT – Informationen, Nr. 6, September 1997.
- [WTA14] WTA-Merkblatt 4-6: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.: Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2014.
- [ABI14] ABI-Merkblatt: STUVA Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V.: Abdichten von Bauwerken durch Injektion), 3. Auflage Hrsg., Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2014.
- [GIB17] IBV - Regelungsbaustein: Bauliche Instandsetzung begehbare Versorgungskanäle, Fugeninstandsetzung von Innen, GIBA mbH, Arbeitsstand 24.02.17, 34 Seiten.
- [KFW16] Konstruktionsrichtlinie Fernwärmeleitungen, Teil 1.2 Durchdringungen, DREWAG NETZ GmbH, Ausgabe 2016.

- [IVK17] Datenbank Industrieklebstoffe, IVK – Januar 2017.
- [KSK76] Komplexrichtlinie Sammelkanäle, Sonderheft 1, Reihe Ingenieur- und Tiefbau, Bauinformation – Berlin 1976.
- [Naß15] Naß M., Sauerbrey A., Elektromagnetische Einflüsse von MS – Kabel in Versorgungskanälen Referat zum IBV – Seminar am 11. Juni 2015 in Markranstädt (25 Seiten A4);
- [DRE15] Werknormung der DREWAG NETZ GmbH, Planung im Rahmen des DBU – Förderprojektes AZ 31331/01, GIBA mbH 2014 - 2016
- [DRE04] Werknorm TN K 2.3.03 der DREWAG GmbH / DREWAG NETZ GmbH Kabellegung – Technische Forderungen, Juli 2004.
- [GIB14] Sicherheitsbetrachtung zur Erweiterung des GUD – Dükers Sandreuth Erläuterungsbericht GIBA mbH, März 2014, 63 Seiten.
- [Grä14] GRÄFE, Ch.: Kosten- und Nutzentgeltanalyse am Sammelkanal Zschertnitz, Praktikumsarbeit bei DREWAG NETZ GmbH, 09. 09. 2014.
- [TXL14] Berlin TXL, The Urban Tech Republik, Teilvorhaben: Infrastruktur-/Sammelkanal Konzept; IPRO Consult, NL Berlin / GIBA mbH, Fassung vom 03. 12. 2014.
- [SSB07] Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei der Vorbereitung, Planung und Durchführung von Baumaßnahmen, Berlin 2007.
- [Ste00] STERMAN, J.D.: Business Dynamics, System Thinking and Modeling for a Complex World, Boston; Irwin/McGraw-Hill, 2000.
- [GST15] GSTT – Informationen Nr. 11: Vergleich offener und geschlossener Bauweisen – direkte und indirekte Kosten im Leitungsbau, 4. Auflage, Januar 2015.
- [SpD17] Spitzer H. , Dürauer T. (*entellgenio* GmbH) Unterstützung der Bewirtschaftung begehrter Versorgungskanäle mit Hilfe eines dynamischen Asset – Simulationsmodell, Referat zum IBV – Seminar am 11. Juni 2015 in Markranstädt (13 Seiten A4) und anlässlich der Informationsveranstaltung am 25. Januar 2017 in Leipzig ;
- [EIP15] EIPOS – Europäisches Institut für postgraduale Studien Dresden Seminarreihe „Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz“ 2015.
- [Vfd02] vfdb – Richtlinie 01/01 Brandschutzkonzept, Stand 18 Dezember 2002, Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V..
- [VdS14] VdS 3547 – Brandschutzkonzepte und Brandschutznachweise, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) 2014-02.
- [LEI14] Grundlagen und Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung von gutachterlichen und fachplanerischen Leistungen zur Erstellung von Brandschutzkonzepten für die

- 
- begehbaren Kanäle der Stadtwerke Leipzig GmbH – hier für den Stadtteil Leipzig-Grünau-; Netz Leipzig GmbH vom 25. 08. 2014.
- [BCL15] Brandschutzkonzept für die begehbaren unterirdischen Kanäle und Bauwerke der Stadtwerke Leipzig GmbH – Magistralsammelkanal Leipzig – Grünau, Brandschutz Consult Ingenieurgesellschaft mbH Leipzig vom 31. 08. 2015.
- [BIM13] BIM – Leitfaden für Deutschland, Az 10.08.17.7 – 12.08 im Auftrag des BBSR und BBR, 30. November 2013.
- [Böh15] BÖHMER, H., SIMON J.: Begehbare Leitungsgänge Chancen bei der Erschließung Deutsches Ingenieurblatt Heft 1 – 2 - 2015.
- [Bür04] BÜRKEL; P.: Begehbare Leitungstunnel, Straße und Verkehr 09/2004, S. 27-29.
- [Rog07] ROGALL, A.: Der Infrastrukturkanal – Ein innovatives, nachhaltiges Erschließungskonzept für Städte und Gemeinden, Fachhochschule Dortmund, Dezember 2007.

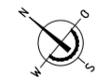
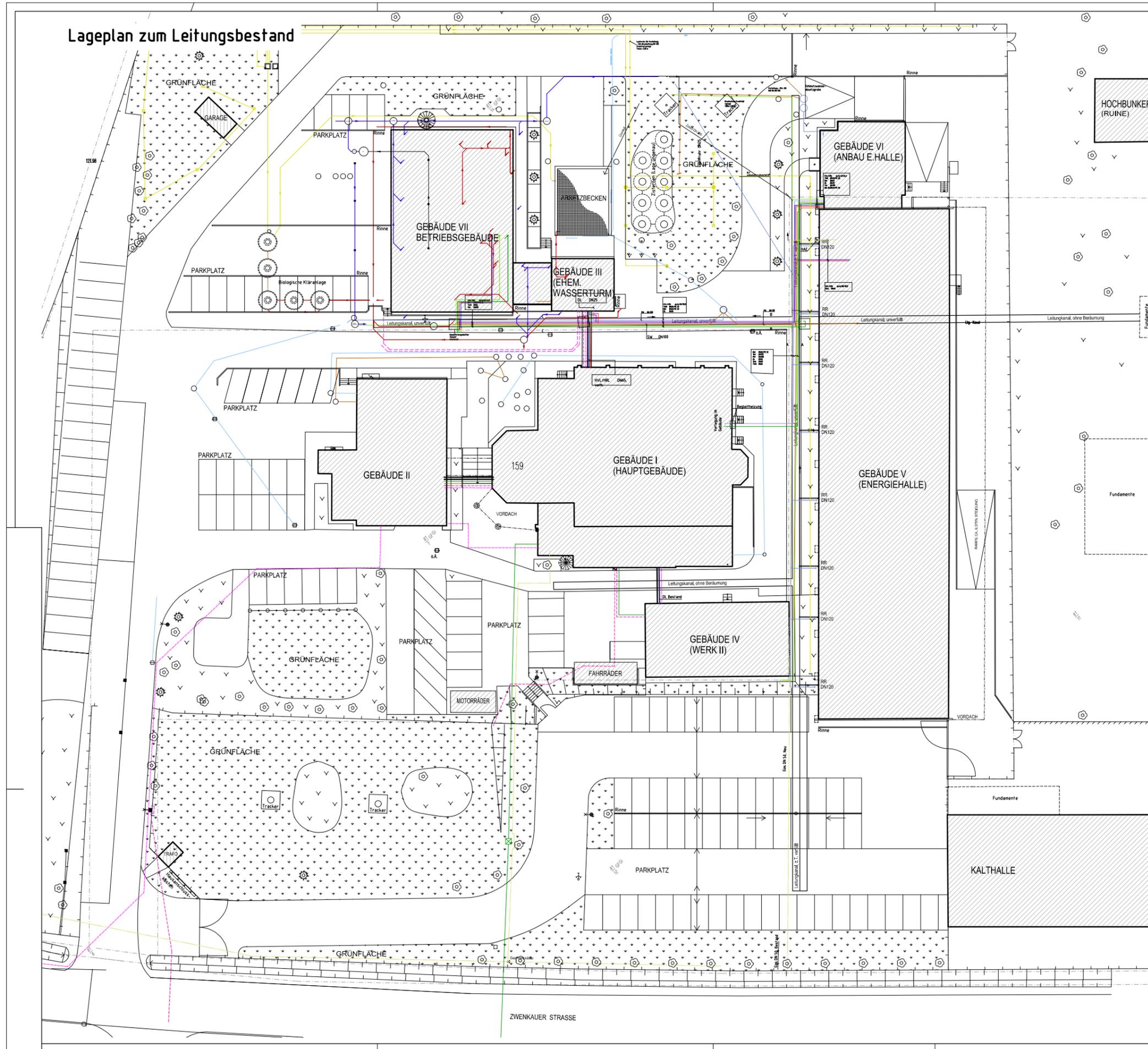
---

## 5.5 Verzeichnis der Anhänge

- [1] Lageplan zum Leitungsbestand (Gelände Dr. Födisch AG / schematisiert).
- [2] Aufgabenstellungen für Baugrund- und Baustoffuntersuchung.
- [3] Trassenplan Versorgungskanal - Vorzugsvariante.
- [4] Lageplan Versorgungskanal - Bauabschnitte 1 A und 1 B.
- [5] Schnitt A – A.
- [6] Längsschnitt B – B.
- [7] Längsschnitt C - C / Querschnitt D - D.
- [8] Längsschnitt E - E.
- [9] Längsschnitt F – F.
- [10] Höhenplan Bauabschnitt 1 A und 1 B.
- [11] Kanalquerschnitte I bis III.
- [12] Kanalquerschnitte I, IV und V.
- [13] Kanalquerschnitte IV, VI und VII.
- [14] Kanalquerschnitte V, VIII und IX.
- [15] Leitungsdimensionierung und Isometrie.
- [16] Statische Berechnung für Stahlbetonfertigteile mit Bewehrungsfenster (Auszug).
- [17] Schal- und Bewehrungsplan Stirnseitige Kanalabschlussplatte.
- [18] Schal- und Bewehrungsplan Kanalelement mit Bewehrungsfenster.
- [19] Lageplan Sammelkanalstrecke - Aufgabenstellung Lüftersteuerung.
- [20] Funktionsbeschreibung zur Klimaüberwachung und –steuerung.
- [21] Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen.
- [22] Lageplan Beschilderung Flucht-/Rettungswege Pilotstrecke.
- [23] Lage- und Betriebsplan Pilotstrecke.
- [24] Kostenartenverzeichnis zum Betrieb, zur Instandhaltung und Verwaltung.
- [25] Muster – Lüftungs – und Brandschutzkonzept für begehbare Versorgungskanäle.
- [26] Kennblätter 1 - 16: Entwicklung von Bauteilen und Betriebsmitteln zum Stand der Technik.

## **6    Anhänge**

# Lageplan zum Leitungsbestand



**LEGENDE**

- Gebäude/oberirdische bauliche Anlagen
- Flurstücksgrenzen
- Flurstücksnummer
- Einfriedung/Zeulanlage
- Grünfläche
- Hecke
- Laubbaum
- Nadelbaum
- Sträucher
- Schacht
- Regenwasserentlauf
- Ferngas
- Straßenbeleuchtung
- Hydrant
- Heizwasser Vorlauf
- Heizwasser Rücklauf
- Trinkwasser
- Regenwasser- Oberflächenwasser
- Dachwasser
- Brauchwasser
- Berieselung
- Schutzwasser
- Erd-Kabel
- ELI-Leitung
- Telekom
- Gas-Leitung

Hinweis: Kein Vermessungsplan - händiges Aufmaß!

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH Zwenkauer Straße 159   Tel. 034295 / 2099 10 04122 Markersdorf   Fax 034295 / 2099 20 giba@giba-online.de   www.giba-online.de		Dr. Födisch Umweltingenieur AG	
Projekt-Nr.	14033VK	Leistung	Planung
Phase	Entwurf	Datum	2017-02-28
Plan-Nr.	L0250E01-00	Bestand	Reim
Maßstab	1:250	Gezeichnet	Feistner
Format	A1 (841 x 594)	Geprüft	Reim
Blatt	01	Früher zur Ausführung	
Datum/Druckdatum Donnerstag, 16. Februar 2017 14:033VK/Projekt 2014/033-VK-Kanal-III-Kanal-III-Sanierung/LO250E01-00			

**Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz**

Lageplan zum Leitungsbestand

Markranstädt, den 16.02.2015

Ingenieurbau und Erschließung

Instandsetzung und Bautenschutz

Anlagen- und Betriebsservice

**Objekt: *Neubau eines Demo-Versorgungskanals am Standort  
Energiepark Kulkwitz***

*Hier: Geotechnische Untersuchung*

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Vorbereitung der Planung zum Bau eines begehbaren Versorgungskanals werden Sie im Auftrag der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für nachfolgend beschriebene geotechnische Untersuchungen um Abgabe eines Angebotes bis 27.02.2015 gebeten.

Es ist ein Baugrundgutachten unter Berücksichtigung der geltenden Normen (u.a. EC 7, DIN EN 1997-2, DIN 4020 etc.) und der Bestandsbebauungen zu erstellen. Diesbezüglich sind alle erforderlichen feld- und laborseitigen bodenphysikalischen, -mechanischen und -chemischen Erkundungen und Prüfungen zur fachgerechten Beschreibung der Bodenbeschaffenheit (z.B. Klassifizierung, Korngrößenverteilung, Gehalt an Lockergesteinen, Lösbarkeit, Lagerungsdichte, zulässige Bodenpressungen etc.) vorzunehmen und auszuwerten. Alle Forderungen hinsichtlich Aufschlusstiefe, -anzahl, erdstatischer Nachweise, Laborarbeiten etc. sind strikt einzuhalten. Es ist darauf zu achten, dass alle maßgeblichen Bodenschichten erfasst werden. Insbesondere für ggf. Tiefgründungen sind ausreichende Teufen vom Bodengutachter vorzugeben.

Folgendes Mindestaufschlussprogramm ist anzubieten (siehe Anlagen):

- 12 x Aufbrüche von befestigten Flächen (u.a. Beton, Bitumen, Pflaster etc.);
- 6 x Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 bis 13 m; (\*)
- 6 x Kleinrammbohrungen nach DIN EN ISO 22475-1 bis 7 m;
- 6 x schwere Rammsondierungen nach DIN EN ISO 22476-2 oder Drucksondierungen bis 13 m; (\*)
- Herstellen von 5 bis 6 Bodenschürfen unmittelbar an den betreffenden Gebäudeaußenhüllen (z.T. mit Dränagesystemen) bis ca. 2 Tiefe unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schichtenfolge → Lokalisieren und Einmessen der Gründungskonstruktion angrenzender Gebäude sowie grundungstechnische und bodenmechanische Begutachtung, *alternativ Herstellen von 5 bis 6 Baugrundbohrungen und Durchführen einer Georadarprüfung mit Tiefensonde bis ca. 3 m Tiefe;*
- Prüfen des Geländes auf Kampfmittelverdachtsflächen (behördliche Anfrage).

(\*) davon je zwei in der vorhandenen Energiehalle (Bodenaufschluss durch Kernbohrung der Sohlplatte vorhanden)

Zusätzlich angebotene Leistungen für ggf. notwendige weiterführende Untersuchungen sind in Art und Menge nachvollziehbar anzugeben und zu begründen.

Die Untersuchungen sollen der Wahl von Tragwerkssystemen und der statisch-konstruktiven Bemessung (ggf. Nachrechnung) dienen. Im Bericht sind dementsprechend Vorschläge zu möglichen Gründungen der einzelnen Kanalabschnitte bzw. Einzelbauwerke, zu wirtschaftlichen Gruben-/Grabenverbaulösungen und ggf. erforderlichen Fundamentunterfangungen nach DIN 4123 unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schichtenfolge abzuhandeln.

Außerdem sind die hydrologischen Gegebenheiten für den Bau- und Nutzungszeitraum (u.a. Bemessungswasserstand) zu ermitteln. Die Aufschlüsse sind auf Stoffe (inkl. Wasser) zu prüfen, die zu Bewehrungs- oder Betonkorrosion führen können. Die erforderlichen Expositionsklassen sind festzulegen.

Die genaue Lage, Anzahl und Tiefe der Aufschlüsse/Sondierungen schlägt der Bodengutachter hinsichtlich einer repräsentativen Aussagefähigkeit in Abhängigkeit vom Bauvorhaben, den (hydro-)geologischen Verhältnissen sowie der gegebenen Vorortsituation vor. Art und Umfang der bodenphysikalischen, -mechanischen und -chemischen Laboruntersuchungen (mindestens 2 x Untersuchung Beton- und Stahlaggressivität) sind ebenfalls vom Bodengutachter festzulegen. Grundlage ist der fachgerechte Mindestumfang der Prüfungen.

Sofern für einzelne Prüfungen zerstörungsarme/-freie Verfahren technisch-wirtschaftlich einsetzbar sind, sind diese den zerstörenden Verfahren vorzuziehen. Die Standsicherheit der bestehenden Gebäude(-teile) darf nicht eingeschränkt werden. Wenn möglich, sind Proben mehrfach zu verwenden. Die Vorgehensweise ist mit dem Planungsbüro GIBA (zuständig Hr. Griebenow, Tel.: 034205/200912) abzustimmen.

Die konkrete Größe der Bodenschürfe ergibt sich in Abhängigkeit der Bodenbeschaffenheit und der tatsächlichen Gründungstiefe. Der Arbeitsraum ist für eine begutachtende Person herzustellen. Die Baugrubenwände sind entsprechend fachgerecht zu sichern.

Die Ergebnisse von Bodenuntersuchungen in unmittelbarer Nähe aus dem Jahr 2008 sind der Anlage 6 zu entnehmen. Art und Lage der vorhandenen Gründungskonstruktionen sind nur näherungsweise aus Archivunterlagen bekannt. Über den aktuellen Zustand kann keine Aussage getroffen werden. Die Angaben der beigefügten Entwurfspläne sind geschätzt.

Die Untersuchungen beschränken sich auf 6 Bohr- und 6 Schürfstandorte, vorwiegend außerhalb und z.T. innerhalb einer Industriehalle (Energiehalle), verteilt auf einer Strecke von ca. 150 m. Die Aufschlüsse sollen nahest möglich im Bereich der künftigen Kanallage erfolgen.

Die Feldarbeiten finden ausschließlich auf privatem Gelände der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG, Zwenkauer Straße 159, 04420 Markranstädt (siehe Anlagen) statt. Die Probestellen sind in Höhe Erdgleiche voll zugänglich. Der Zugang zur Energiehalle erfolgt über Türen und Tore. Es ist mit vereinzelt Personen- und Fahrzeugverkehr zu rechnen. Die Technischen Anlagen der Energiehalle sind während den Arbeiten im Betrieb. Die Sicherheitsauflagen des Eigentümers sind strikt einzuhalten und einzukulieren.

Die Feldarbeiten vor Ort sind frühestmöglich jedoch spätestens bis Mitte März 2015 (12. KW) vorgesehen und mindestens eine Woche vor Ausführung beim AG anzumelden. Von den Tagen der Probennahme ist die GIBA rechtzeitig in Kenntnis zu setzen. Die Auswertung der Ergebnisse wird spätestens bis Ende April 2015 erwartet.

Der Bieter hat sich im Vorfeld über die Örtlichkeiten (Zuwegungen für alle Aufschlussansatzpunkte) zu informieren. Erhöhte Anforderungen bzgl. Befahrbarkeit und Betreuung (u.a. beengte Platzverhältnisse, Freimachen von befestigten Flächen für die Aufschlussansatzpunkte, Einholen von Schachtgenehmigungen, behördlichen Anordnungen und ggf. Sicherungsmaßnahmen etc.) sind im Angebot zu berücksichtigen.

Anschlüsse für Brauchwasser und Energie (220 bis 360 V) können vor Ort in Abstimmung mit dem Auftraggeber genutzt werden. Anschlussleitungen bis 100 m Länge sind einzukalkulieren.

Alle Leistungen verstehen sich inklusive Genehmigungen, Fahrtkosten, Geräte und Maschinen, etwaige Hilfsmittel zum Erreichen der Probestellen, Gewinnung und Transport der Stoffproben (Abmessungen nach Erfordernis), Vermessungsarbeiten bzgl. Einmessung der Bohrpunkte, Aufschlussüberwachung, fachgerechtes Wiederverschließen der Aufschlüsse/Probestellen und dergleichen sowie Anfertigen eines Prüfberichtes mit Wertung der Ergebnisse und Fotodokumentation. Eine nachträgliche Vergütung, resultierend aus unvollständiger bzw. unsachgemäßer Angebotsabgabe, ist nicht möglich.

Die Bohrprofile sind zusätzlich im dxf-Format zu übergeben.

Die Leistungen erfolgen in Namen und Rechnung der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG. Das Angebot ist vertretend der GIBA mbH per Mail an [s.griebenow@giba-online.de](mailto:s.griebenow@giba-online.de) zuzusenden.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen



*S. Griebenow*

**Anlage(n):** Übersichtlageplan (Anlage 1), Lageplan (Anlage 2), Schnitte (Anlagen 3 bis 5), Bodengutachten von 2008 (Anlage 6), ausgewählte Fotos zu den betreffenden Kanalstandorten (11 Stück)

# Aufgabenstellung



Gesellschaft für Ingenieurbau  
Bauwerksinstandhaltung und  
Anlagenmanagement mbH

Markranstädt, den 16.02.2015

Ingenieurbau und Erschließung

Instandsetzung und Bautenschutz

Anlagen- und Betriebsservice

**Objekt: *Neubau eines Demo-Versorgungskanals am Standort Energiepark Kulkwitz***

*Hier: Stoffliche Prüfung der Bodenplatte in Energiehalle*

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Vorbereitung der Planung zum Bau eines begehbaren Versorgungskanals werden Sie im Auftrag der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG für nachfolgend beschriebene baustoffliche Untersuchungsleistungen an einer Stahlbeton-Bodenplatte um Abgabe eines Angebotes bis 27.02.2015 gebeten.

Es ist ein Baustoffgutachten unter Berücksichtigung der geltenden Normen (u.a. RiLi-SIB des DAfStb., DIN EN 12390, DIN EN 12504, DIN EN 13791 etc.) und der Bestandsbebauung zu erstellen. Diesbezüglich sind ausgewählte feld- und laborseitigen stoffphysikalischen, -mechanischen und -chemischen Erkundungen und Prüfungen zur fachgerechten Beschreibung der Materialbeschaffenheit (z.B. Festigkeit, Klassifizierung etc.) vorzunehmen und auszuwerten. Es ist darauf zu achten, dass alle maßgeblichen Bauteilschichten erfasst werden.

Folgendes Mindestaufschlussprogramm ist anzubieten (siehe Anlagen):

Prüfung		Anzahl Probe- stellen
Nr.	Eigenschaft/Kennwert	
1	Bauteildicke und ggf. Schichtenaufbau (vermutete Dicke über 50 bis 75 cm)	3
2	Druckfestigkeit, Rohdichte, Porosität und visuelle Beurteilung an Bohrkernen,	3
3	Bewehrungsgehalt des Stahlbetons in Art, Lage, Durchmesser und Abstand mittels Flächendetektion und Stemmproben	3
4	Betondeckung und Karbonatisierungstiefe an Bohrkernen	3
5	Korrosionszustand mit Abrostungsgrad/Restquerschnitt des Betonstahls an Bohrkernen bzw. mittels Stemmproben	3
6	Oberflächen(haft-)zugfestigkeit	3
7	Chloridgehalt am Bewehrungsstahl, in mehreren Bauteiltiefen	3
<b>Summe</b>		<b>21</b>

Zusätzlich angebotene Leistungen für ggf. notwendige weiterführende Untersuchungen sind in Art und Menge nachvollziehbar anzugeben und zu begründen.

Die Untersuchungen sollen der statisch-konstruktiven Beurteilung/ggf. Nachrechnung und der Wahl von Tragwerkssystemen dienen. Dafür interessiert insbesondere die Geometrie und die Betonqualität der Bodenplatte.

Die zu prüfende Bodenplatte existiert als Sohlkonstruktion einer Industriehalle (Energiehalle) auf dem Privatgelände der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG, Zwenkauer Straße 159, 04420 Markranstädt (siehe Anlagen).

Anhaltswerte für eine mögliche Bodenplattenkonstruktion z.B. aus etwaigen Bestandsunterlagen sind nicht bekannt. Über den aktuellen Zustand der Sohlkonstruktionen kann keine Aussage getroffen werden. Die Angaben der beigefügten Entwurfspläne sind geschätzt.

Die Untersuchungen beschränken sich auf 3 Standorte innerhalb der Energiehalle, verteilt auf einer Strecke von ca. 15 m. Die Probenahme soll nahest möglich im Bereich der künftigen Kanallage erfolgen.

Die Probestellen sind in Höhe Erdgleiche voll zugänglich. Der Zugang zur Energiehalle erfolgt über Türen und Tore. Es ist mit vereinzelt Personen- und Fahrzeugverkehr zu rechnen. Die Technischen Anlagen der Energiehalle sind während den Untersuchungsarbeiten im Betrieb. Die Sicherheitsauflagen des Eigentümers sind strikt einzuhalten und einzukalkulieren.

Die genaue Lage, Anzahl und Größe der Prüfstellen/Aufschlüsse/Sondierungen sind hinsichtlich einer repräsentativen Aussagefähigkeit mit dem Planungsbüro GIBA (zuständig Hr. Griebenow, Tel.: 034205/200912) abzustimmen. Grundlage ist der fachgerechte Mindestumfang der Prüfungen. Die Standsicherheit der Bauteile darf nicht eingeschränkt werden. Sofern für einzelne Prüfungen zerstörungsarme/-freie Verfahren technisch-wirtschaftlich einsetzbar sind, sind diese den zerstörenden Verfahren vorzuziehen. Wenn möglich sind Probekörper mehrfach zu verwenden.

Die Feldarbeiten vor Ort sind frühestmöglich jedoch spätestens bis Mitte März 2015 (12. KW) vorgesehen und mindestens eine Woche vor Ausführung beim AG anzumelden. Von den Tagen der Probennahme ist die GIBA rechtzeitig in Kenntnis zu setzen. Die Auswertung der Ergebnisse wird spätestens bis Ende April 2015 erwartet.

Anschlüsse für Brauchwasser und Energie (220 bis 360 V) können vor Ort in Abstimmung mit dem Auftraggeber genutzt werden. Anschlussleitungen bis 50 m Länge sind einzukalkulieren.

Alle Leistungen verstehen sich inklusive Genehmigungen, Fahrtkosten, Geräte und Maschinen, etwaige Hilfsmittel zum Erreichen der Probestellen, Gewinnung und Transport der Stoffproben (Abmessungen nach Erfordernis), fachgerechtes Wiederverschließen der Probestellen und Kernbohrungen, Anfertigen eines Prüfberichtes mit Wertung der Ergebnisse und Fotodokumentation.

Die Leistungen erfolgen in Namen und Rechnung der Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG. Das Angebot ist vertretend der GIBA mbH per Mail an [s.griebenow@giba-online.de](mailto:s.griebenow@giba-online.de) zuzusenden.

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gern zur Verfügung.

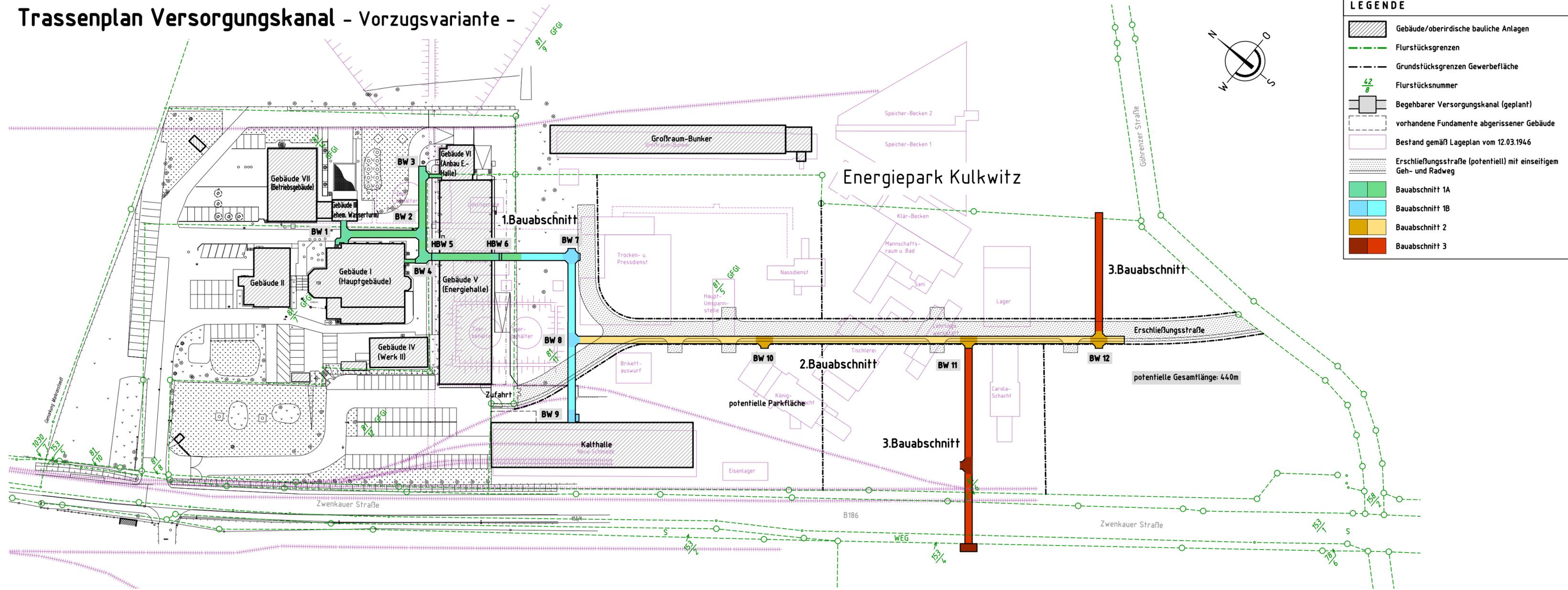
Mit freundlichen Grüßen



S. Griebenow

**Anlage(n):** Übersichtlageplan (Anlage 1), Lageplan (Anlage 2), Schnitte (Anlagen 3 bis 5), Bodengutachten von 2008 (Anlage 6), ausgewählte Fotos zu den betreffenden Kanalstandorten (11 Stück)

# Trassenplan Versorgungskanal - Vorzugsvariante -



**LEGENDE**

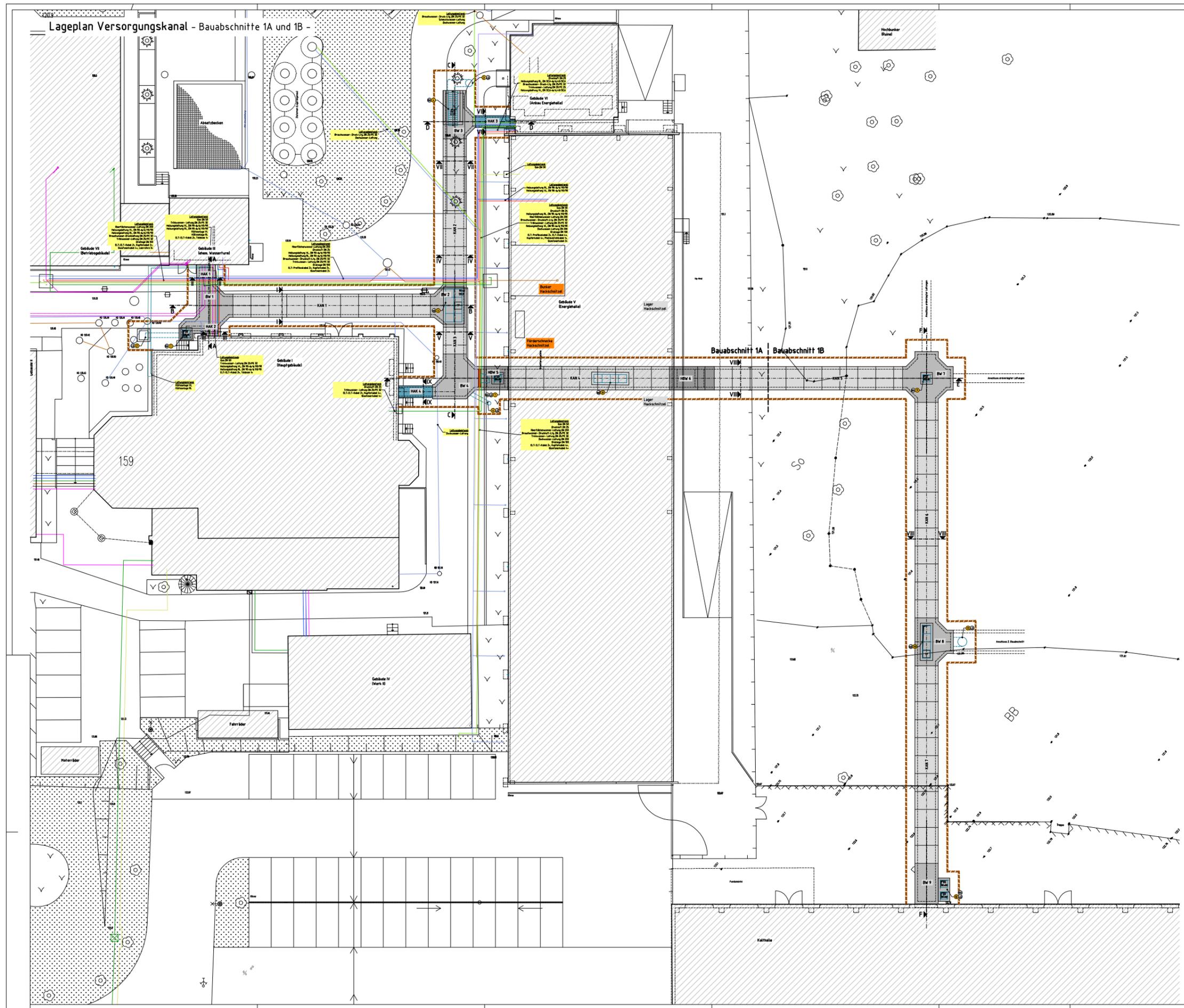
- Gebäude/oberirdische bauliche Anlagen
- Flurstücksgrenzen
- Grundstücksgrenzen Gewerbefläche
- Flurstücknummer
- Begehbare Versorgungskanal (geplant)
- vorhandene Fundamente abgerissener Gebäude
- Bestand gemäß Lageplan vom 12.03.1946
- Erschließungsstraße (potentiell) mit einseitigem Geh- und Radweg
- Bauabschnitt 1A
- Bauabschnitt 1B
- Bauabschnitt 2
- Bauabschnitt 3

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

		<b>Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH</b> Zwenkauer Straße 159 Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de www.giba-online.de		<b>Dr. Födisch</b> Umweltmesstechnik AG	
Projekt-Nr.:	14033VK	Leistung:	Planung	Phase:	Entwurf
Projekt/Vorhaben:	<b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>				Plan-Nr.: ÜL1000E03-00
Planinhalt:	<b>Trassenplan Versorgungskanal (1. bis 3. Bauabschnitt) - Vorzugsvariante -</b>				Bearbeiter: Rösner
					Maßstab: 1 : 1000
					Gezeichnet: Feistner/Farchmin
					Geprüft: Reim
					Freigabe zur Ausführung: 03
					Plotdatum/Dateipfad: Montag, 27. Februar 2017

Hinweis: Kein Vermessungsplan - händiges Aufmaß!

Lageplan Versorgungskanal - Bauabschnitt 1A und 1B -



- Schnittbeschreibung**
- Ein- und Ausstieg mit Notausstiegsfunktion, Deckenschicht mit Isolier-Notausstiegsfenster, AT5, Deckenöffnung 80x80 cm
  - Abdichtung, Wandöffnung DN 400 in Schnittmaß, mit Lüftungsgitter in Sockelhöhe, Regelleuchte
  - Zufuhröffnung, isoliert einleitendes Lüftungsgitter, ca. DN 400 mm mit einleitendem Ventilator und Regelleuchte unter Treppe, Lüftungsgitter
  - Ein- und Ausstieg mit Notausstiegsfunktion, Deckenschicht mit AT5, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement
  - Montageöffnung, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement
  - Abdichtung, Wandöffnung DN 400, mit Lüftungsgitter und Lüftungsgitter, Regelleuchte
  - Abdichtung mit Notausstiegsfunktion, Deckenschicht, Isolier-Notausstiegsfenster, AT5, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement
  - Montageöffnung, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement
  - Ein- und Ausstieg mit Notausstiegsfunktion, Deckenschicht mit AT5, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement
  - Provisorische Zufuhröffnung, Wandöffnung DN 400, mit Lüftungsgitter und Lüftungsgitter, Regelleuchte
  - Ein- und Ausstieg mit Notausstiegsfunktion, Deckenschicht mit AT5, Deckenöffnung 80x80 cm, mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement mit GAV Einbauelement

**LEGENDE**

	Gebäude/technische Anlagen		Tür
	Fußbodenplan		Schächtoffnung für Vor- und Entlüftung
	Schächtoffnung		Schächtoffnung

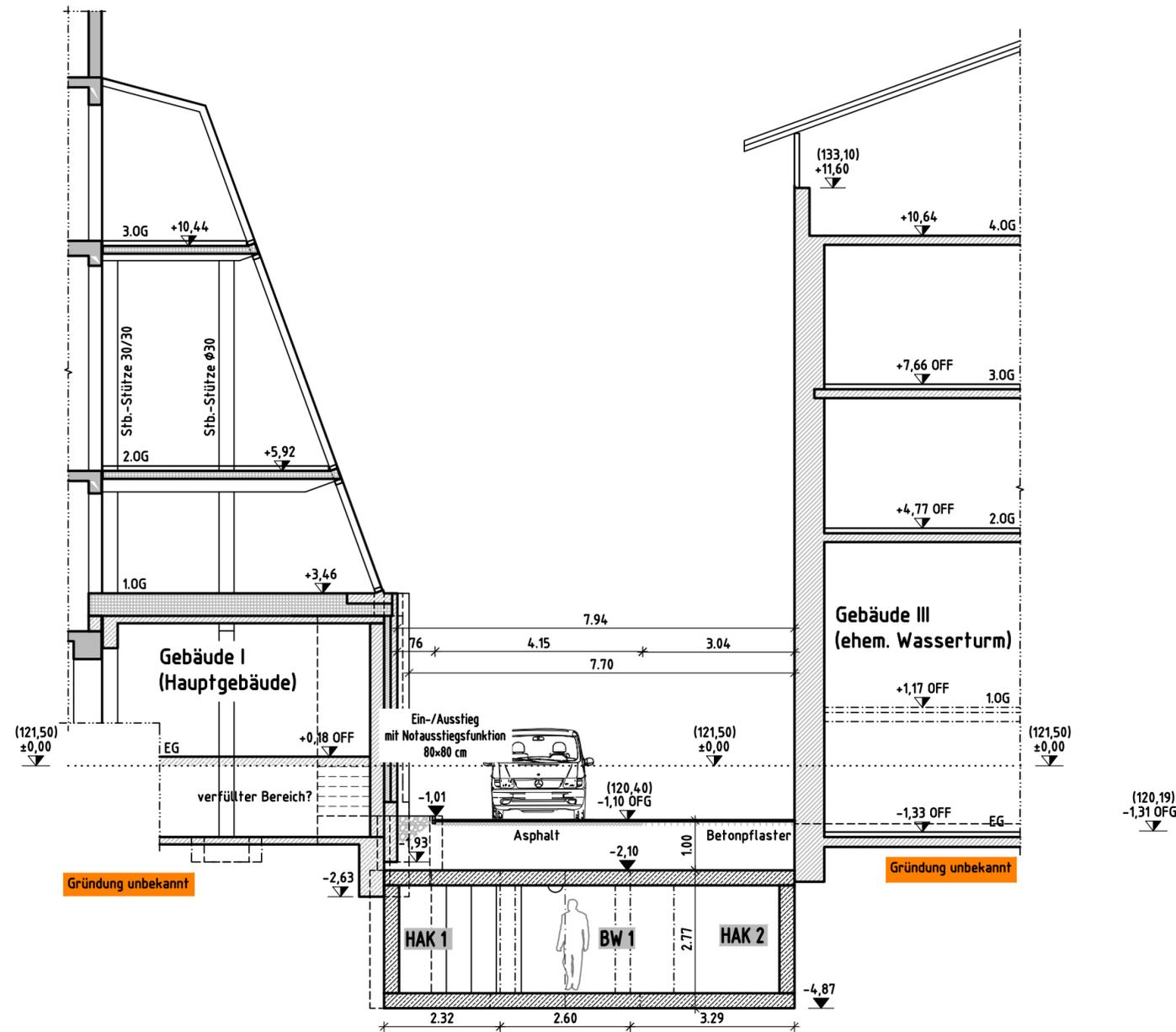


Herrn: Kohn Verrechnungsstellen - händigt Aufmaß

Logo: GIBA Gesellschaft für Ingenieurbauwesen, Dr. Födisch Umweltingenieurtechnik AG

110333K	Planung	Entwurf	2017-02-28	L050E04-00	Risner
Integrierte Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kullwitz					
Lageplan Versorgungskanal - Bauabschnitte 1A und 1B -					
Architekt: GIBA			Datum: 04. Februar 2017		

# Schnitt A-A - BW 1 mit HAK 1 und HAK 2 -



## LEGENDE

	Bestand		Beton, Mörtel (unbewehrt)		Metall
	Abbruch		Stahlbeton, monolithisch		Kies/Schotter
	Boden unbefestigt		Stahlbeton, Fertigteil		Dämmstoffe
	Boden befestigt		Mauerwerk		Abdichtungsflächen
	Schnitt- und Sichtkanten		Verdeckte Umrisse vor Schnittebene		
	Achsen, Mittel-/Bezugs-/Systemlinien		Verdeckte Umrisse hinter Schnittebene		
	Trenn-/Bruchlinien		Umriss projektfremder Bauteile/Anlagen		
	Umriss alternativer bzw. angrenzender Bauteile		Schnittebene		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. mineralisch)		Metallbauteile		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. kunststoffgebunden)		Abdichtungselemente		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. bituminös)		Baugrubenabgrenzung		
	Höhe Oberfläche Bestand		Höhe Oberfläche Rohkonstruktion		Höhe Oberfläche Fertigkonstruktion
	Höhe Unterfläche Bestand		Höhe Unterfläche Rohkonstruktion		Höhe Unterfläche Fertigkonstruktion

Hinweis:  
 • Kanalgefälle nicht dargestellt  
 • Händiges Aufmaß

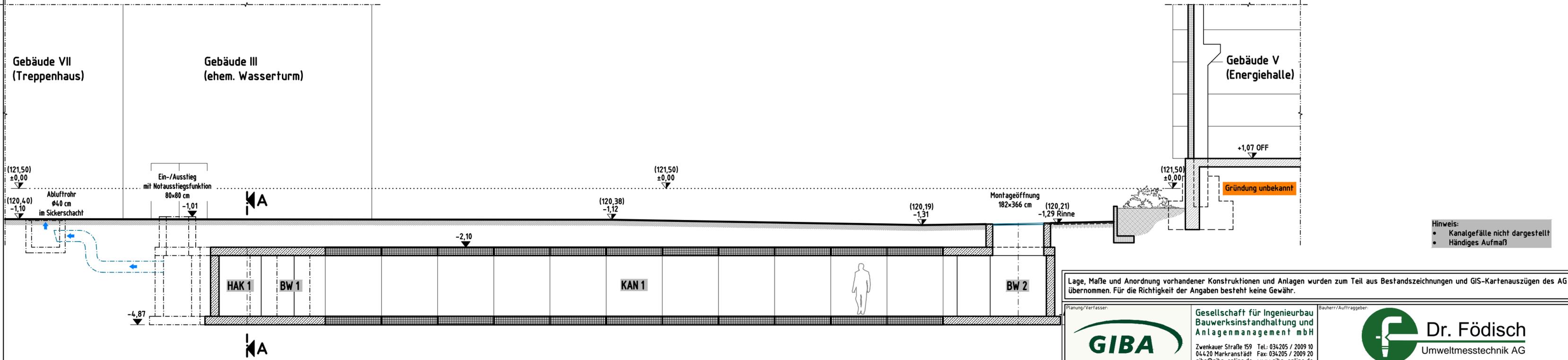
Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenausügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

		Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH Zwenkauer Straße 159 Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de www.giba-online.de		Bauherr/Auftraggeber: Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG	
Projekt-Nr.:	14033VK	Leistung:	Planung	Phase:	Entwurf
Projekt/Vorhaben:	Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz			Plandatum:	2017-02-28
Planinhalt:	Schnitt A-A - BW 1 mit HAK 1 und HAK 2 -			Plan-Nr.:	S0100E05-00
				Bearbeitet:	Rösner
				Gezeichnet:	Feistner
				Geprüft:	Reim
				Freigabe zur Ausführung:	
				Plottedatum/Dateipfad:	Donnerstag, 16. Februar 2017
					P:\GIBA_Sicherung\Projekte\2014\14033VK_Kulkwitz_DBU_Energiepark\CAD\ABLAGS-S0100E05

# Längsschnitt B-B - BW 1 bis BW 2 -

## LEGENDE

	Bestand		Beton, Mörtel (unbewehrt)		Metall
	Abbruch		Stahlbeton, monolithisch		Kies/Schotter
	Boden unbefestigt		Stahlbeton, Fertigteil		Dämmstoffe
	Boden befestigt		Mauerwerk		Abdichtungsflächen
	Schnitt- und Sichtkanten		Verdeckte Umrisse vor Schnittebene		
	Achsen, Mittel-/Bezugs-/Systemlinien		Verdeckte Umrisse hinter Schnittebene		
	Trenn-/Bruchlinien		Umriss projektfremder Bauteile/Anlagen		
	Umriss alternativer bzw. angrenzender Bauteile		Schnittebene		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. mineralisch)		Metallbauteile		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. kunststoffgebunden)		Abdichtungselemente		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. bituminös)		Baugrubenabgrenzung		
	Höhe Oberfläche Bestand		Höhe Oberfläche Rohkonstruktion		Höhe Oberfläche Fertigkonstruktion
	Höhe Unterfläche Bestand		Höhe Unterfläche Rohkonstruktion		Höhe Unterfläche Fertigkonstruktion



Hinweis:  
 • Kanalgefälle nicht dargestellt  
 • Händiges Aufmaß

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

<b>Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH</b> Zwenkauer Straße 159 Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de www.giba-online.de		<b>Dr. Födisch</b> Umweltmesstechnik AG			
Projekt-Nr.: 14033VK	Leistung: Planung	Phase: Entwurf	Plandatum: 2017-02-28	Plan-Nr.: S0100E06-00	Bearbeitet: Rösner
<b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>			Maßstab: 1 : 100	Gezeichnet: Feistner	
Planinhalt: <b>Längsschnitt B-B - BW 1 bis BW 2 -</b>			Format: A3+ (594 x 297)	Geprüft: Reim	
Planinhalt: <b>Längsschnitt B-B - BW 1 bis BW 2 -</b>			Anlage: 06	Freigabe zur Ausführung:	
Plotdatum/Dateipfad: P:\GIBA_Sicherung\Projekte\2014\14033VK_Kulkwitz_DBU_Energiepark\CAD\LAB\AG-S0100E06			Donnerstag, 16. Februar 2017		

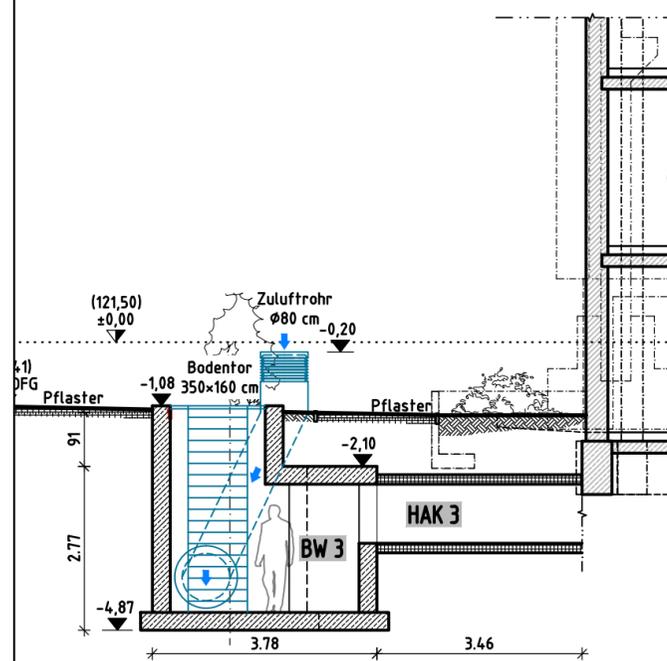
# Längsschnitt C-C - BW 3 bis BW 4 - Querschnitt D-D - BW 3 und HAK 3 -

## LEGENDE

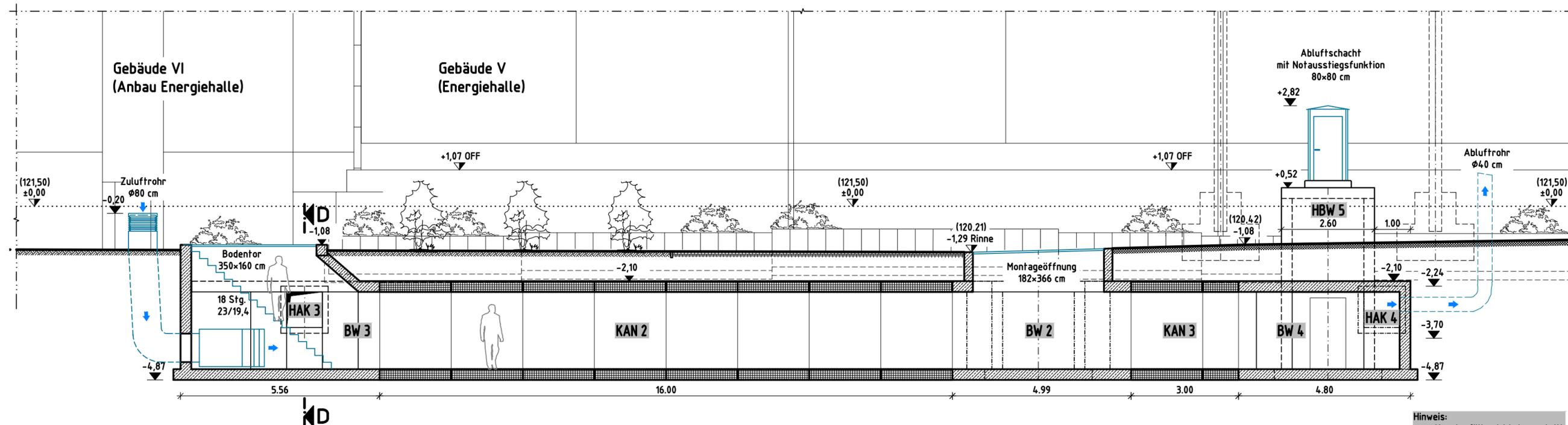
	Bestand		Beton, Mörtel (unbewehrt)		Metall
	Abbruch		Stahlbeton, monolithisch		Kies/Schotter
	Boden unbefestigt		Stahlbeton, Fertigteil		Dämmstoffe
	Boden befestigt		Mauerwerk		Abdichtungsflächen

	Schnitt- und Sichtkanten		Verdeckte Umrisse vor Schnittebene		
	Achsen, Mittel-/Bezugs-/Systemlinien		Verdeckte Umrisse hinter Schnittebene		
	Trenn-/Bruchlinien		Umriss projektfremder Bauteile/Anlagen		
	Umriss alternativer bzw. angrenzender Bauteile		Schnittebene		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. mineralisch)		Metallbauteile		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. kunststoffgebunden)		Abdichtungselemente		
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. bituminös)		Baugrubenabgrenzung		
	Höhe Oberfläche Bestand		Höhe Oberfläche Rohkonstruktion		Höhe Oberfläche Fertigkonstruktion
	Höhe Unterfläche Bestand		Höhe Unterfläche Rohkonstruktion		Höhe Unterfläche Fertigkonstruktion

### Querschnitt D-D



### Längsschnitt C-C



Hinweis:  
 • Kanalgefälle nicht dargestellt  
 • Händiges Aufmaß

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

<b>Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH</b> Zwenkauer Straße 159 Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de www.giba-online.de		<b>Dr. Födisch</b> Umweltmesstechnik AG			
Projekt-Nr.: 14033VK	Leistung: Planung	Phase: Entwurf	Plandatum: 2017-02-28	Plan-Nr.: S0100E07-00	Bearbeitet: Rösner
<b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>			Maßstab: 1 : 100	Gezeichnet: Feistner	
Planinhalt: <b>Längsschnitt C-C und Querschnitt D-D</b> - BW 3 bis BW 4 / BW 4 und HAK 3 -			Format: A3+ (594 x 297)	Geprüft: Reim	
Plananlage: 07			Anlage: 07	Freigabe zur Ausführung:	
Plandatum/Dateipfad:			Donnerstag, 16. Februar 2017 P:\GIBA_Sicherung\Projekte\2014\14-033VK-Kulkwitz-DBU-Energiepark\CAD\ABV\A07-S0100E07		

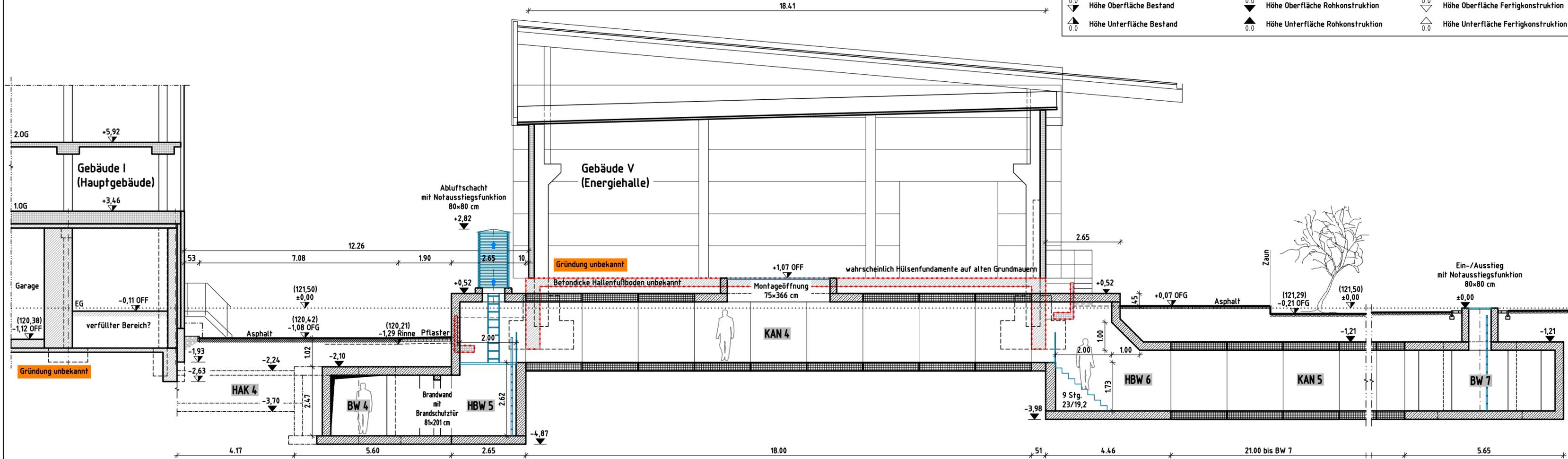
# Längsschnitt E-E - HAK 4 bis BW 7 -

## LEGENDE

	Bestand		Beton, Mörtel (unbewehrt)		Metall
	Abbruch		Stahlbeton, monolithisch		Kies/Schotter
	Boden unbefestigt		Stahlbeton, Fertigteil		Dämmstoffe
	Boden befestigt		Mauerwerk		Abdichtungsflächen

	Schnitt- und Sichtkanten		Verdeckte Umriss vor Schnittebene
	Achsen, Mittel-/Bezugs-/Systemlinien		Verdeckte Umriss hinter Schnittebene
	Trenn-/Bruchlinien		Umriss projektfremder Bauteile/Anlagen
	Umriss alternativer bzw. angrenzender Bauteile		Schnittebene
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. mineralisch)		Metallbauteile
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. kunststoffgebunden)		Abdichtungselemente
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. bituminös)		Baugrubenabgrenzung

	Höhe Oberfläche Bestand		Höhe Oberfläche Rohkonstruktion		Höhe Oberfläche Fertigkonstruktion
	Höhe Unterfläche Bestand		Höhe Unterfläche Rohkonstruktion		Höhe Unterfläche Fertigkonstruktion



Hinweis:  
 • Kanalgefälle nicht dargestellt  
 • Händiges Aufmaß

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

<b>Gesellschaft für Ingenieurbau                  Bauwerksinstandhaltung und                  Anlagenmanagement mbH</b> Zwenkauer Straße 159 Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de www.giba-online.de		<b>Dr. Födisch</b> Umweltmesstechnik AG			
Projekt-Nr.: 14033VK	Leistung: Planung	Phase: Entwurf	Plandatum: 2017-02-28	Plan-Nr.: S0100E08-00	Bearbeitet: Rösner
<b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am                  Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>			Maßstab: 1 : 100	Gezeichnet: Feistner	
Planinhalt: <b>Längsschnitt E-E                  - HAK 4 bis BW 7 -</b>			Format: A3+ (594 x 297)	Geprüft: Reim	
Anlage: 08			Freigabe zur Ausführung:		
Plandatum/Dateipfad: P:\GIBA_Sicherung\Projekte_2014\14-033VK_Kulkwitz_DBI_Energiepark\CAD\LAB\A08-S0100E08			Donnerstag, 16. Februar 2017		

# Längsschnitt F-F - BW 7 bis BW 9 -

## LEGENDE

	Bestand		Beton, Mörtel (unbewehrt)		Metall
	Abbruch		Stahlbeton, monolithisch		Kies/Schotter
	Boden unbefestigt		Stahlbeton, Fertigteil		Dämmstoffe
	Boden befestigt		Mauerwerk		Abdichtungsflächen

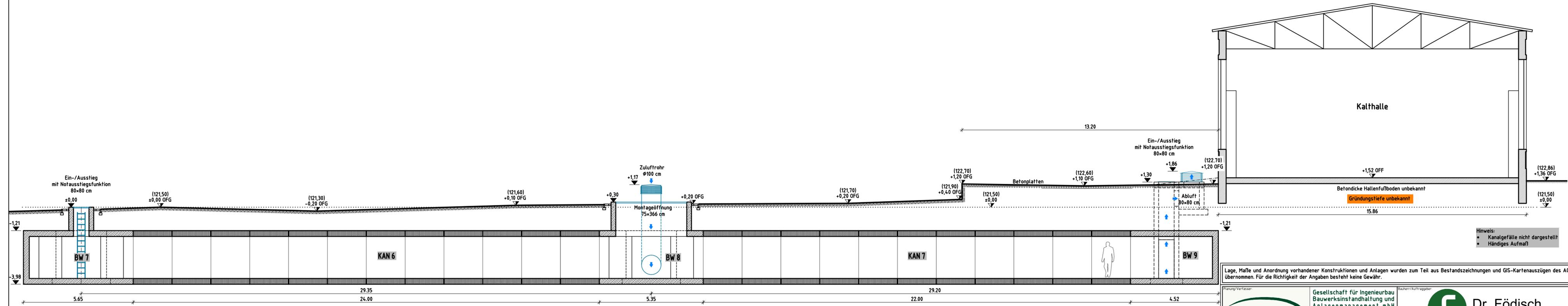
	Schnitt- und Sichtkanten		Verdeckte Umrisse vor Schnittebene
	Achsen, Mittel-/Bezugs-/Systemlinien		Verdeckte Umrisse hinter Schnittebene
	Trenn-/Bruchlinien		Umrisse projektfremder Bauteile/Anlagen
	Umriss alternativer bzw. angrenzender Bauteile		Schnittebene

	Abdichtung/Beschichtung (vorw. mineralisch)		Metallbauteile
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. kunststoffgebunden)		Abdichtungselemente
	Abdichtung/Beschichtung (vorw. bituminös)		Baugrubenabgrenzung

	Höhe Oberfläche Bestand		Höhe Oberfläche Rohkonstruktion		Höhe Oberfläche Fertigkonstruktion
	Höhe Unterfläche Bestand		Höhe Unterfläche Rohkonstruktion		Höhe Unterfläche Fertigkonstruktion

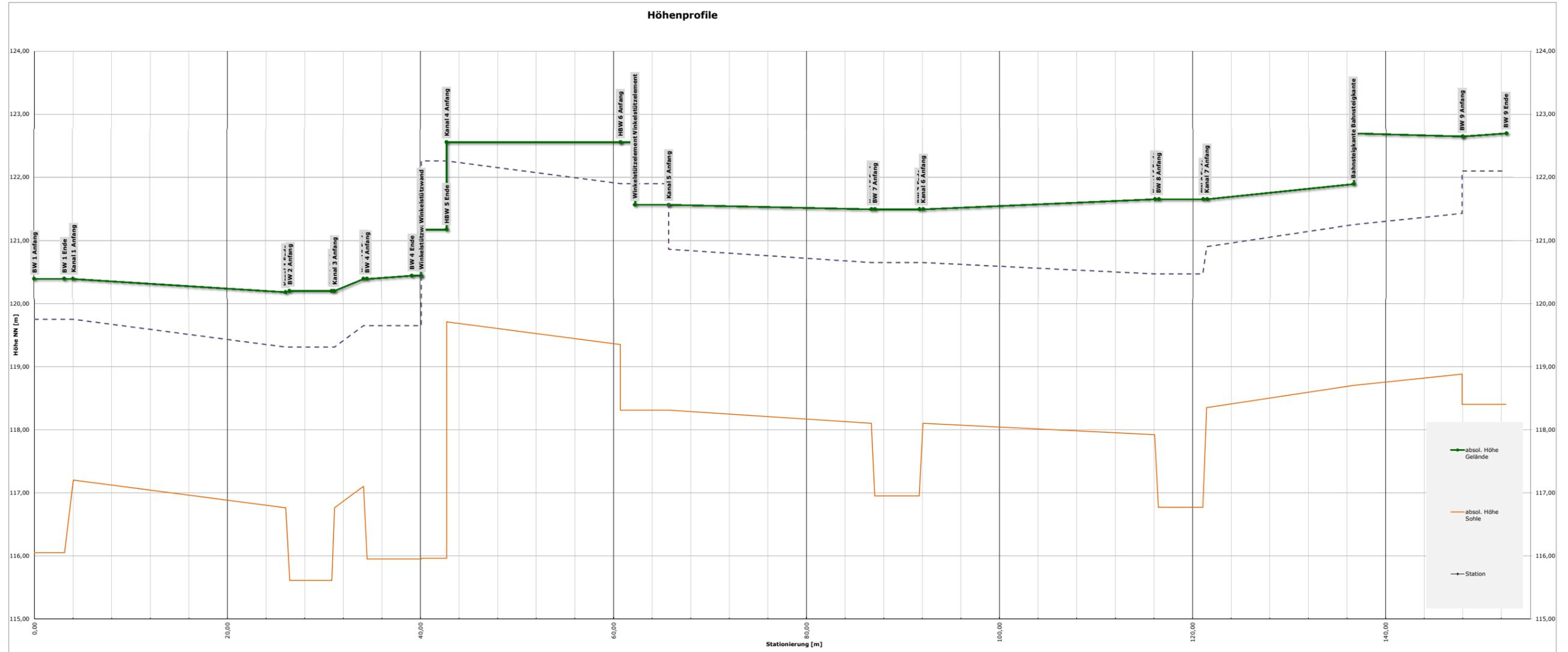


Hinweis:  
 • Kanalgefälle nicht dargestellt  
 • Händiges Aufmaß

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenausdrügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

<b>Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH</b> Zwenkauer Straße 159   Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt   Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de   www.giba-online.de		<b>Dr. Födisch</b> Umweltsmesstechnik AG			
Projekt-Nr.: 14.033VK	Leistung: Planung	Phase: Entwurf	Plandatum: 2017-02-28	Plan-Nr.: S0100E09-00	Bearbeitet: Rösner
Projekt/Vorhaben: <b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>			Maßstab: 1 : 100	Gezeichnet: Feistner	
Planinhalt: <b>Längsschnitt F-F - BW 7 bis BW 9 -</b>			Format: A3+ (841 x 297)	Geprüft: Reim	
Anstalt: Freigabe zur Ausführung			Blatt-Nr.: 09	Datum/Dateipfad: Donnerstag, 16. Februar 2017 P:\GIBA_Sicherung\Projekte 2016\14.033VK_Kulkwitz\EBU_Energiepark\CAD\BIA\09_S0100E09	

### Höhenprofile

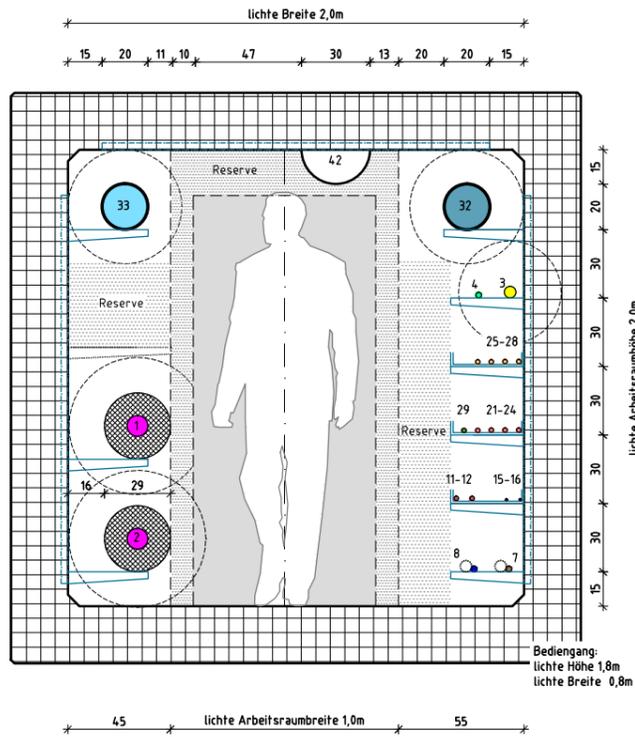


Schachtbezeichnung	Abstand	Station	absol. Höhe		absol. Höhe Gelände	H-Decke	OK Sohle		EU OK-Decke	
			Sohle	OK Sohle -Decke			bis GOK	OK Decke	bis GOK	bis GOK
BW 1 Anfang	0,00	0,00	116,05	3,35	119,75	120,40	0,35	4,35	3,35	1
BW 1 Ende	3,11	3,11	116,05	3,35	119,75	120,40	0,35	4,35	3,35	1
Kanal 1 Anfang	0,93	4,04	117,20	2,30	119,75	120,40	0,25	3,2	2,3	0,9
Kanal 1 Ende	22,00	26,04	116,76	2,30	119,31	120,19	0,25	3,43	2,3	1,13
BW 2 Anfang	0,42	26,46	115,61	3,35	119,31	120,21	0,35	4,6	3,35	1,25
BW 2 Ende	4,36	30,82	115,61	3,35	119,31	120,21	0,35	4,6	3,35	1,25
Kanal 3 Anfang	0,28	31,10	116,76	2,30	119,31	120,21	0,25	3,45	2,3	1,15
Kanal 3 Ende	3,00	34,10	117,10	2,30	119,65	120,40	0,25	3,3	2,3	1
BW 4 Anfang	0,38	34,48	115,95	3,35	119,65	120,40	0,35	4,45	3,35	1,1
BW 4 Ende	4,64	39,12	115,95	3,35	119,65	120,45	0,35	4,5	3,35	1,15
HBW 5 Anfang	0,96	40,08	115,95	3,35	119,65	120,45	0,35	3,32	3,35	1,15
Winkelstützwand	0,00	40,08	115,96	5,29	121,60	120,45	0,35		5,29	-0,8
Winkelstützwand	0,00	40,08	115,96	5,95	122,26	121,18	0,35		5,95	-0,73
HBW 5 Ende	2,63	42,71	115,96	5,95	122,26	121,18	0,35		5,95	-0,73
Kanal 4 Anfang	0,00	42,71	119,71	2,30	122,26	122,56	0,25	2,85	2,3	0,55
Kanal 4 Ende	18,00	60,71	119,35	2,30	121,90	122,56	0,25	3,21	2,3	0,91
HBW 6 Anfang	0,00	60,71	118,31	3,24	121,90	122,56	0,35	4,25	3,24	1,01
Winkelstützelement	1,50	62,21	118,31	3,24	121,90	122,56	0,35	4,25	3,24	1,01
Winkelstützelement	0,00	62,21	118,31	3,24	121,90	121,57	0,35	3,26	3,24	0,02
HBW 6 Ende	3,50	65,71	118,31	3,24	121,90	121,57	0,35	3,26	3,24	0,02
Kanal 5 Anfang	0,00	65,71	118,31	2,30	120,86	121,57	0,25	3,26	2,3	0,96
Kanal 5 Ende	21,00	86,71	118,10	2,30	120,65	121,50	0,25	3,4	2,3	1,1
BW 7 Anfang	0,36	87,07	116,95	3,35	120,65	121,50	0,35	4,55	3,35	1,2
BW 7 Ende	4,60	91,67	116,95	3,35	120,65	121,50	0,35	4,55	3,35	1,2
Kanal 6 Anfang	0,40	92,07	118,10	2,30	120,65	121,50	0,25	3,4	2,3	1,1
Kanal 6 Ende	24,00	116,07	117,92	2,30	120,47	121,66	0,25	3,74	2,3	1,44
BW 8 Anfang	0,40	116,47	116,77	3,35	120,47	121,66	0,35	4,89	3,35	1,54
BW 8 Ende	4,60	121,07	116,77	3,35	120,47	121,66	0,35	4,89	3,35	1,54
Kanal 7 Anfang	0,40	121,47	118,35	2,30	120,90	121,66	0,25	3,31	2,3	1,01
Bahnsteigkante	15,17	136,64	118,70	2,30	121,25	121,90	0,25	3,2	2,3	0,9
Bahnsteigkante	0,00	136,64	118,70	2,30	121,25	122,70	0,25	4	2,3	1,7
Kanal 7 Ende	11,28	147,92	118,88	2,30	121,43	122,65	0,25	3,77	2,3	1,47
BW 9 Anfang	0,00	147,92	118,40	3,35	122,10	122,65	0,35	4,25	3,35	0,9
BW 9 Ende	4,54	152,46	118,40	3,35	122,10	122,70	0,35	4,3	3,35	0,95



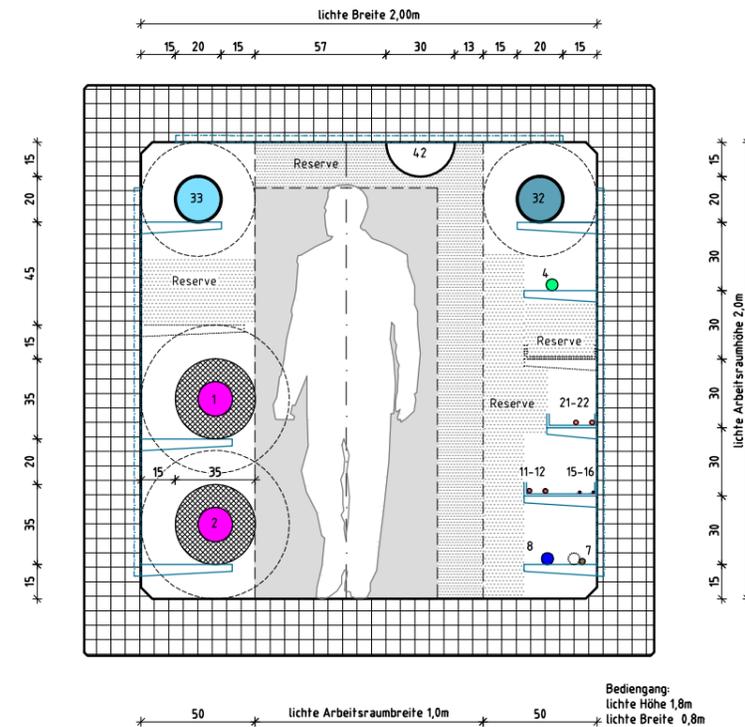
# Kanalquerschnitte I, IV und V Schnitt IV-IV: Kanalabschnitt 2

Medientabelle Kanal 2 (Länge ca. 12,5 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	DN 90, St		
2	Nahwärme RL	DN 90, St		
3	Gas	DN 50		
4	Druckluft	DN 25		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	-		
14	Glasfaser	-		
15	Profibus	DA 8 mm		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x;d. 50V.
16	Profibus	DA 8 mm		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	DA 20 mm		
28	ELT-Kabel	DA 20 mm		
29	PV-An.-Kabel	DA 20 mm		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG	-	Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

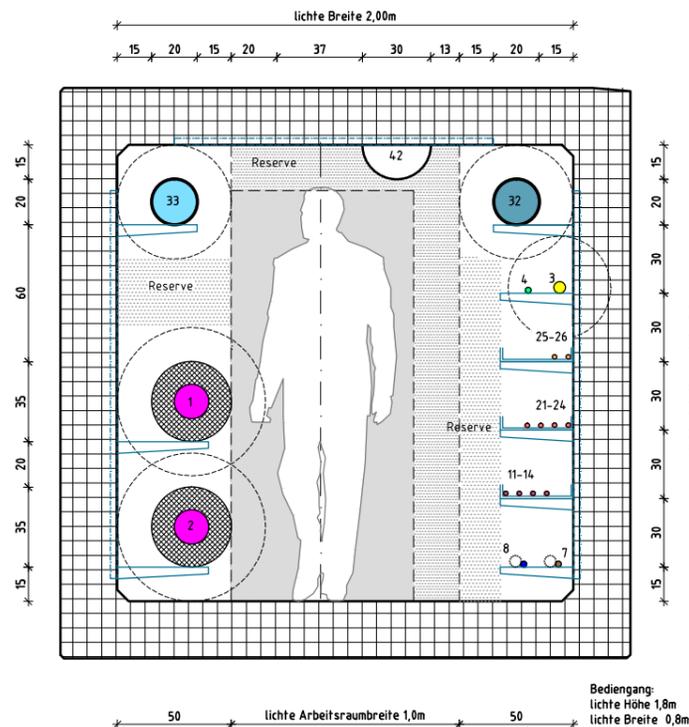


# - Belegungsschemata am BW 2 -

Schnitt I-I: Kanalabschnitt 1



Schnitt V-V: Kanalabschnitt 3



Medientabelle Kanal 3 (Länge ca. 3 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	-	DN 150	
2	Nahwärme RL	-	DN 150	
3	Gas	DN 50		
4	Druckluft	DN 25		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	DA 20 mm		
14	Glasfaser	DA 20 mm		
15	Profibus	-		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x;d. 50V.
16	Profibus	-		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	-		
28	ELT-Kabel	-		
29	PV-An.-Kabel	-		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG	-	Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

Medientabelle Kanal 1 (Länge ca. 22 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	DN 90, St	DN 150	
2	Nahwärme RL	DN 90, St	DN 150	
3	Gas	-		
4	Druckluft	DN 25	DN 50	
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE	DN 50	
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	-		
14	Glasfaser	-		
15	Profibus	DA 8 mm		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x;d. 50V.
16	Profibus	DA 8 mm		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	-		
24	Kupferkabel	-		
25	ELT-Kabel	-		
26	ELT-Kabel	-		
27	ELT-Kabel	-		
28	ELT-Kabel	-		
29	PV-An.-Kabel	-		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG	-	Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

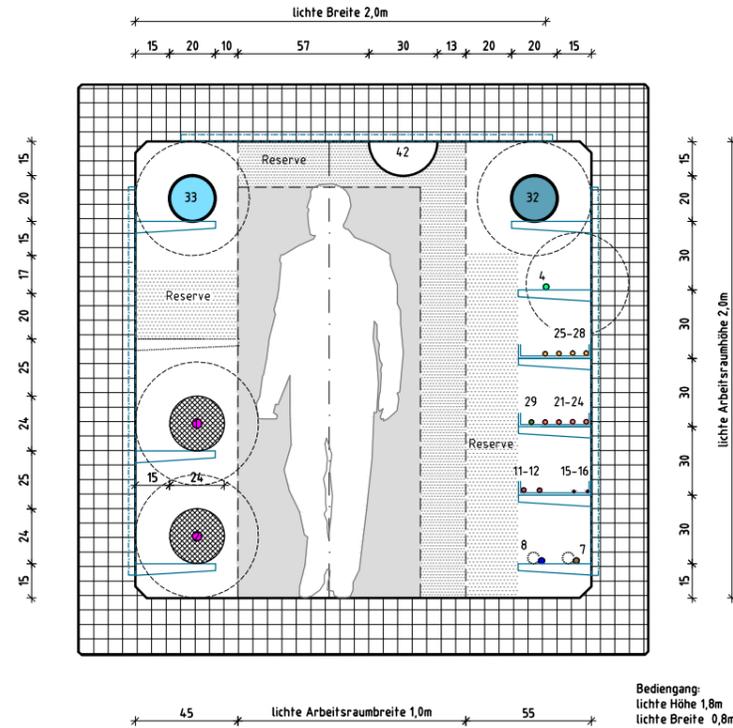
		Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH		Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG	
Projekt-Nr.:	14033VK	Leistung:	Planung	Phase:	Entwurf
Projekt/Vorhaben:	Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz			Plan-Nr.:	QS0020E12-00
Planblatt:	Kanalquerschnitte I, IV und V - Belegungsschemata am BW 2 -			Maßstab:	1 : 20
Plan-Nr.:	A2 (594 x 420)			Gezeichnet:	Feistner
Plan-Nr.:	12			Gepf.: Reim	
Plan-Nr.:	12			Freigebe zur Ausführung:	
Plan-Nr.:	12			Freigebe zur Ausführung:	

# Kanalquerschnitte IV, VI und VII

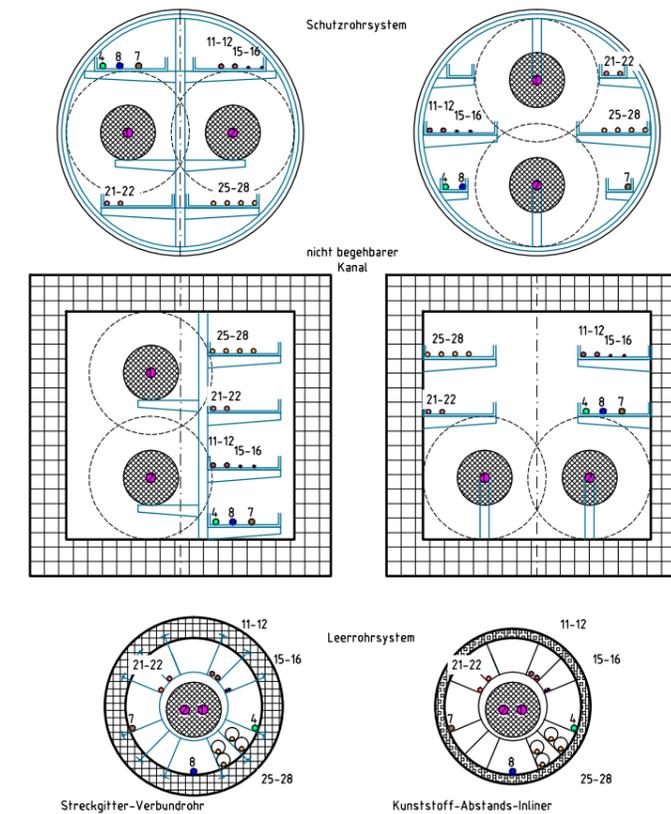
# - Belegungsschemata am BW 3 -

Medientabelle Kanal 2a (Länge ca. 3,5 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	DN 32, St		
2	Nahwärme RL	DN 32, St		
3	Gas	-		
4	Druckluft	DN 25		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	-		
14	Glasfaser	-		
15	Profibus	DA 8 mm		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x.d. 50V.
16	Profibus	DA 8 mm		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	DA 20 mm		
28	ELT-Kabel	DA 20 mm		
29	PV-An.-Kabel	DA 20 mm		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG		Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

Schnitt VII-VII: Kanalabschnitt 2a



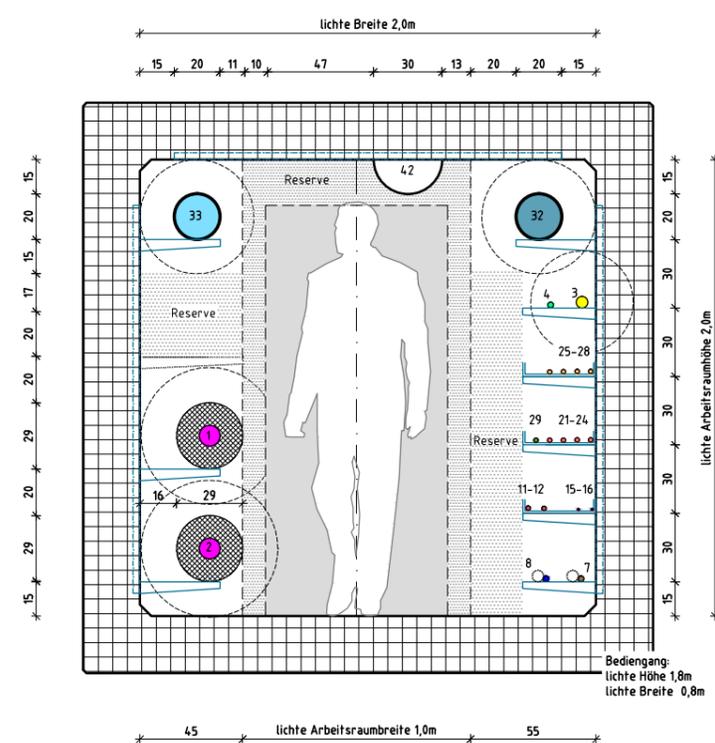
Schnitt VI-VI: Hausanschlusskanal 3 (Varianten)



Medientabelle HAK 3 (Länge ca. 5 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	DN 32		
2	Nahwärme RL	DN 32		
3	Gas	-		
4	Druckluft	DN 20		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 20, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	-		
14	Glasfaser	-		
15	Profibus	DA 8 mm		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x.d. 50V.
16	Profibus	DA 8 mm		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	-		
24	Kupferkabel	-		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	DA 20 mm		
28	ELT-Kabel	DA 20 mm		
29	PV-An.-Kabel	DA 20 mm		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	-		
32	Oberflächenwasser	-		
33	Dachwasser	-		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

Medientabelle Kanal 2 (Länge ca. 12,5 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	DN 90, St		
2	Nahwärme RL	DN 90, St		
3	Gas	DN 50		
4	Druckluft	DN 25		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	-		
14	Glasfaser	-		
15	Profibus	DA 8 mm		DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15x.d. 50V.
16	Profibus	DA 8 mm		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	DA 20 mm		
28	ELT-Kabel	DA 20 mm		
29	PV-An.-Kabel	DA 20 mm		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG		Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

Schnitt IV-IV: Kanalabschnitt 2



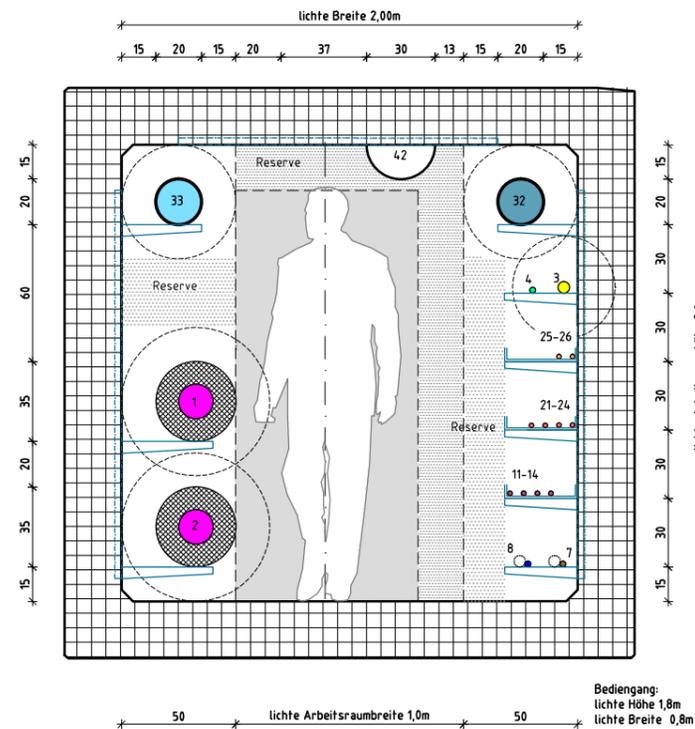
		Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH		Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG	
Projekt-Nr.:	14.033VK	Leistung:	Planung	Phase:	Entwurf
Projekt/Vorbau:	Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz			Plan-Nr.:	QS0020E13-00
Planstab:	A2 (594 x 420)			Gezeichnet:	Feistner
Plan-Nr.:	13			Geprüft:	Reim
Plan-Nr.:	13			Freigegeben zur Ausführung:	
Plan-Nr.:	13			Freigegeben zur Ausführung:	

# Kanalquerschnitte V, VIII und IX

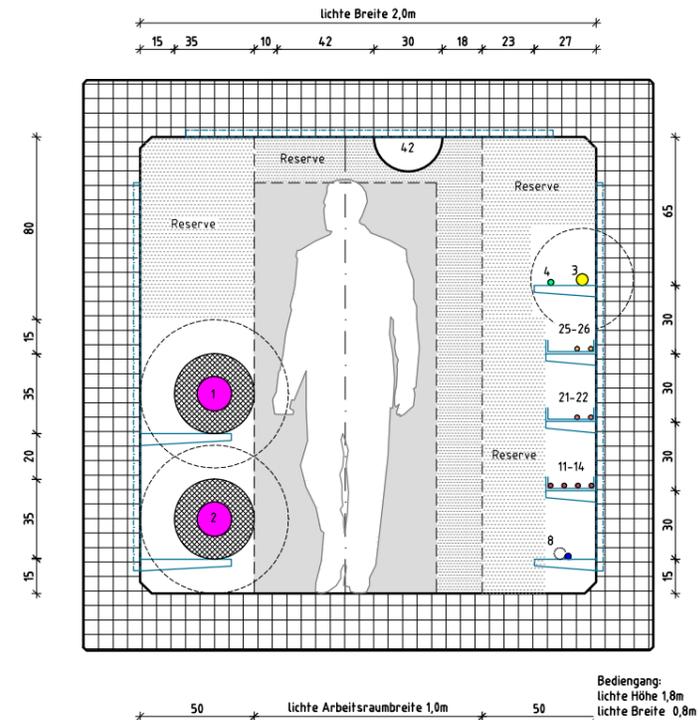
# - Belegungsschemata am BW 4 -

Medientabelle Kanal 3 (Länge ca. 3 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	-	DN 150	
2	Nahwärme RL	-	DN 150	
3	Gas	DN 50		
4	Druckluft	DN 25		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	DN 25, PE		
8	Trinkwasser	DN 25, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	DA 20 mm		
14	Glasfaser	DA 20 mm		
15	Profibus	-	DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15xd; 50V.	
16	Profibus	-		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	-		
28	ELT-Kabel	-		
29	PV-An.-Kabel	-		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	DN 100, KG	-	Altkanal
32	Oberflächenwasser	DN 200, KG		
33	Dachwasser	DN 200, KG		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

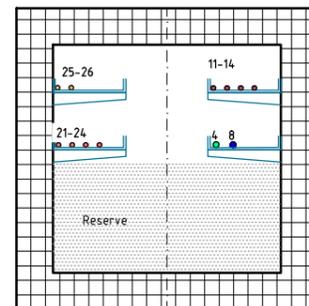
Schnitt V-V: Kanalabschnitt 3



Schnitt VIII-VIII: Kanalabschnitt 4-7



Schnitt IX-IX: Hausanschlusskanal 4



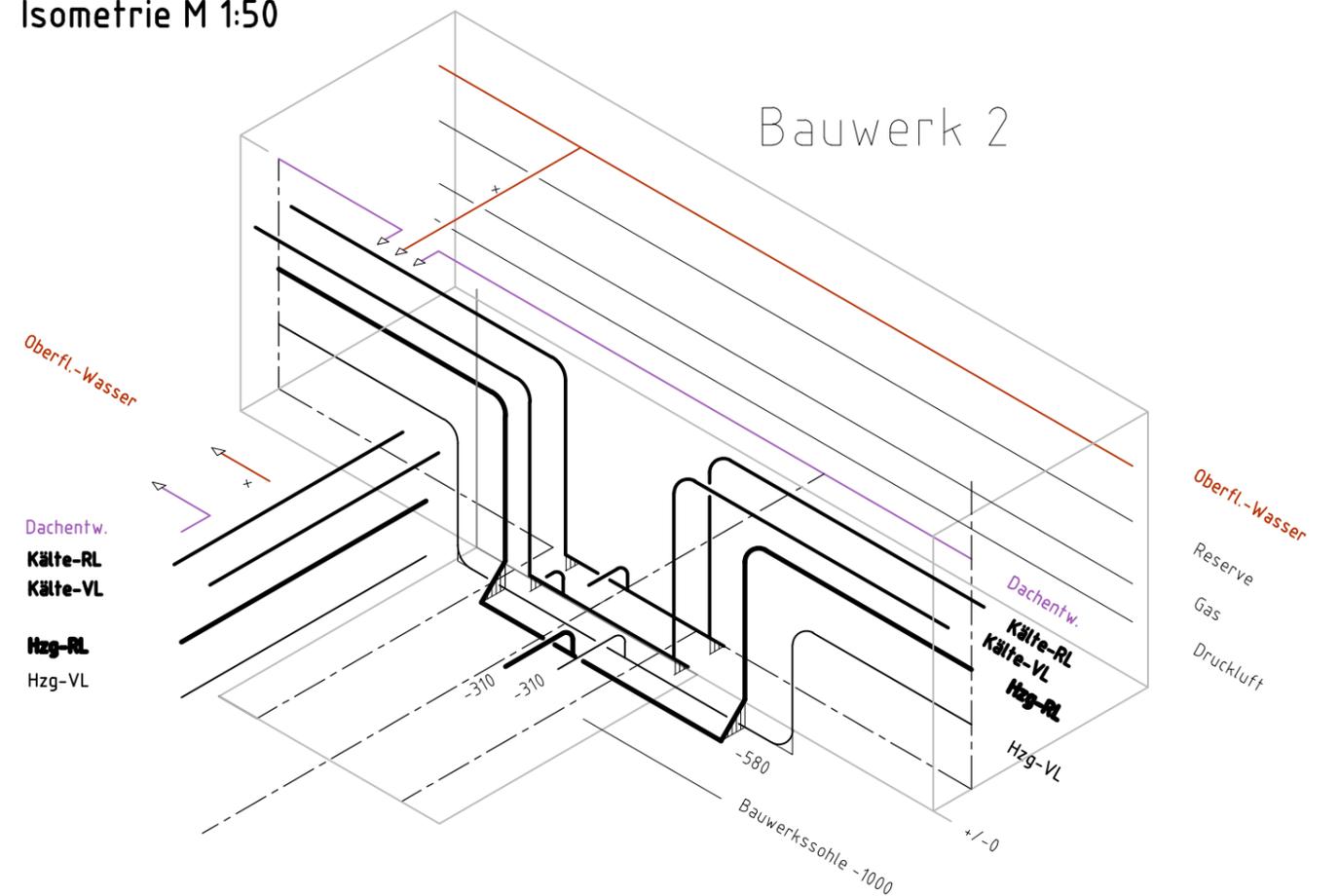
Medientabelle HAK 4 (Länge ca. 4 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	-		
2	Nahwärme RL	-		
3	Gas	-		
4	Druckluft	DN 20		
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	-		
8	Trinkwasser	DN 20, PE		
IT-Kabel				
11	Glasfaser	DA 20 mm		
12	Glasfaser	DA 20 mm		
13	Glasfaser	DA 20 mm		
14	Glasfaser	DA 20 mm		
15	Profibus	-	DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15xd; 50V.	
16	Profibus	-		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	DA 20 mm		
22	Kupferkabel	DA 20 mm		
23	Kupferkabel	DA 20 mm		
24	Kupferkabel	DA 20 mm		
25	ELT-Kabel	DA 20 mm		
26	ELT-Kabel	DA 20 mm		
27	ELT-Kabel	-		
28	ELT-Kabel	-		
29	PV-An.-Kabel	-		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	-		
32	Oberflächenwasser	-		
33	Dachwasser	-		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

Medientabelle Kanal 4-7 (Länge ca. 18+21+24+22 m)				
Nr.	Medium	Bestand	geplant	Bemerkung
Druckrohr-Medien				
1	Nahwärme VL	-	DN 150	
2	Nahwärme RL	-	DN 150	
3	Gas	-	DN 50	
4	Druckluft	-	DN 50	
5	Nahkälte VL	-		
6	Nahkälte RL	-		
7	Brauchwasser-Druckl.	-		
8	Trinkwasser	-	DN 50	
IT-Kabel				
11	Glasfaser	-	DA 20 mm	
12	Glasfaser	-	DA 20 mm	
13	Glasfaser	-	DA 20 mm	
14	Glasfaser	-	DA 20 mm	
15	Profibus	-	DA 8mm; 2x1,5mm <sup>2</sup> ; R 15xd; 50V.	
16	Profibus	-		
ELT und Steuerkabel				
21	Kupferkabel	-	DA 20 mm	
22	Kupferkabel	-	DA 20 mm	
23	Kupferkabel	-		
24	Kupferkabel	-		
25	ELT-Kabel	-	DA 20 mm	
26	ELT-Kabel	-	DA 20 mm	
27	ELT-Kabel	-		
28	ELT-Kabel	-		
29	PV-An.-Kabel	-		
Freispiegel-Leitungen				
31	Drainage	-		
32	Oberflächenwasser	-		
33	Dachwasser	-		
34				
Reserve-/Neu-Leitungen				
41	Trinkwasser-Res.			
42	Betriebsstrom			

		Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH Zwenkauer Straße 159   Tel.: 034205 / 2009 10 04420 Markranstädt   Fax: 034205 / 2009 20 giba@giba-online.de   www.giba-online.de		Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG					
Projekt-Nr.:	14033VK	Leistung:	Planung	Phase:	Entwurf	Plan-Nr.:	QS0020E14-00	Bearbeitet:	Rösner
Projekt/Verhaben:	Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz			Maßstab:	1 : 20	Gezeichnet:	Feistner		
Planblatt:	Kanalquerschnitte V, VIII und IX - Belegungsschemata am BW 4 -			Format:	A2 (594 x 420)	Geprüft:	Reim		
Plan-Nr.:	14			Anlage:	14	Freigegeben zur Ausführung:			
Plan-Nr.:	14			Freigegeben zur Ausführung:					

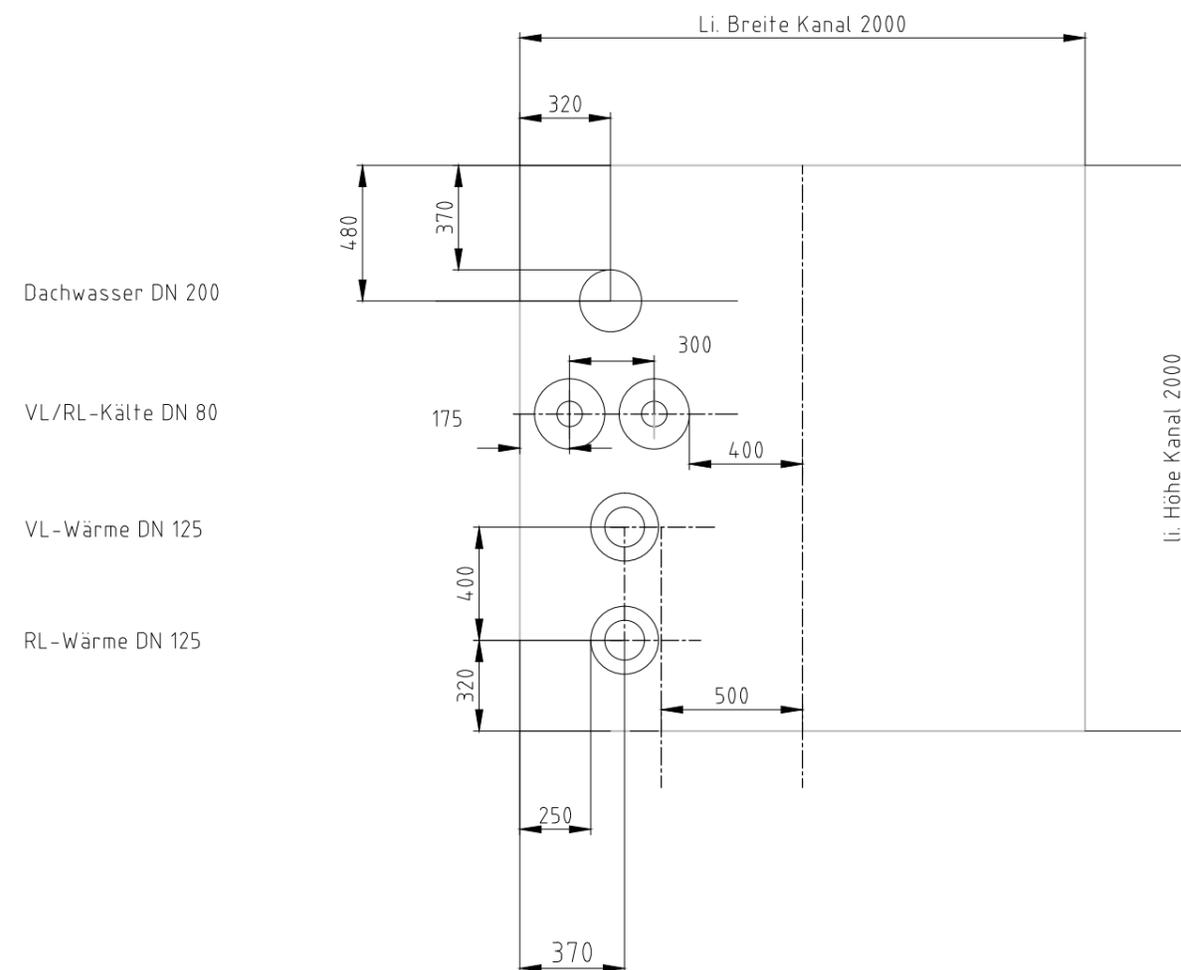
# Leitungsdimensionierung und Isometrie am Beispiel Bauwerk 2

Isometrie M 1:50



Querschnitt M 1:25

Schnitt E-E  
Belegungsvorschlag für Rohrleitungen



Belegung rechte Seite wie bisher aber  
Gas DN 100, Druckluft DN 50

x Für querende Dach/  
Oberflächen-Entwässerung  
OK-Fußboden im Kanal ca. 500 mm  
tiefer wegen Kopffreiheit

Planung/Verfasser:  <b>Gesellschaft für Ingenieurbau Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH</b>		Bauherr/Auftraggeber:  <b>Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG</b>			
Projekt-Nr.: 14033VK	Leistung: Planung	Phase: Entwurf	Plandatum: 2017-02-28	Plan-Nr.: S0050E15-00	Bearbeitet: Reim
Projekt/Vorhaben: <b>Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz</b>				Maßstab: 1:25/50	Gezeichnet: Gerstenberg
Planinhalt: <b>Leitungsdimensionierung und Isometrie am Beispiel Bauwerk 2</b>				Format: A3 (420 x 297)	Geprüft: Reim
				Anlage: 15	Freigabe zur Ausführung:
				Plotdatum/Dateipfad:	Donnerstag, 16. Februar 2017
P:\GIBA_Sicherung\Projekte 2014\14033N-VK Kulkwitz DBU Energiepark\CAD\AB\A15-S0050E15					

## Statische Berechnung

### für Stahlbetonfertigteile mit Bewehrungsfenster am Beispiel Bauwerk 7

### Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz

Prüfvermerke:

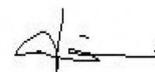
Reg.-Nr. 14033VK

Bearbeiter: Dipl.-Ing. F. Lärm

Die statische Berechnung umfasst die Seiten 1 bis 81

sowie 1 Positions- und Schalplan  
sowie 2 Bewehrungspläne

Markranstädt, den 11.12.2015



.....  
(Lärm)

## 1. Inhaltsverzeichnis/Statische Positionen

1. Inhaltsverzeichnis/Statische Positionen	2
2. Allgemeine Angaben	2
3. Erläuterungen	3
4. Lastannahmen	3
5. Statische Nachweise	4
Pos. K100 Kanalelement	4
Pos. W100 Stirnseitige Kanalabschluss-Platte	37
Pos. BW7 Verbindungsbauwerk 7	38
Pos. BW7-100 Schachtkopf	38
Pos. BW7-200 Schachtwand	38
Pos. BW7-300 Schachtdecke	44
Pos. BW7-400 Wände	61
Pos. BW7-410 hohe Wände zwischen den Kanalanschlüssen	61
Pos. BW7-420 Wände unterhalb der Kanalanschlüsse	64
Pos. BW7-500 Bodenplatte	67

## 2. Allgemeine Angaben

Bauherr:	Dr. Födisch Umweltmesstechnik AG Zwenkauer Straße 159, 04420 Markranstädt
Vorhaben:	Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz
Planung:	GIBA mbH Zwenkauer Straße 159 04420 Markranstädt
Baustoffe:	Stahlbeton : C 35/45 bzw. gemäß Nachweis, BSt 500 M/S alle anderen Baustoffe gemäß Statik
Unterlagen/ Vorschriften :	Einwirkungen: DIN EN 1991-1/NA (EC1) DIN Fachbereich 101 Stahlbeton: DIN EN 1992-1/NA (EC2) Stahl: DIN EN 1993-1/NA (EC3)
Baugrund:	kein Baugrundgutachten vorhanden
Software :	Friedrich & Lochner, Stuttgart Bautext VC

### 3. Erläuterungen

Die nachfolgende statische Berechnung umfasst die wichtigsten Nachweise für die Bauteile eines begehbaren unterirdischen Kanals einschließlich eines Verbindungsbauwerkes. Sie dient der Bemessung der Bauteile, weitere Nachweise zur Vollständigkeit der Berechnung sind jedoch erforderlich.

Der Kanal besteht aus Stahlbetonfertigteilen, die als geschlossene Rahmenelemente hergestellt werden. Die Elemente werden mit falzartigen Fugen und druckwasserhaltenden Lippendichtungen aneinander gereiht. Zur späteren Erweiterung der Kanäle werden Abschlusselemente mit gleicher Fugenausbildung geplant, die wieder entfernt werden können oder ebenfalls mit einer Bewehrungsfenster später durchbrochen werden können.

Die Verbindungsbauwerke werden aus monolithischem Stahlbeton errichtet. Die dort vorgesehene Montageebene aus Stahlträgern mit Gitterrosten ist noch nicht Bestandteil dieser statischen Untersuchungen.

Es liegt noch kein Baugrundgutachten vor. Die Werte werden vorerst geschätzt. Die Bemessung muss dann entsprechend angepasst werden, wenn die genauen Werte vorliegen. angenommene Baugrundwerte - siehe einzelne Positionen

Bei den nachfolgenden Berechnungen wird davon ausgegangen, dass alle erforderlichen Nachweise enthalten sind, die dem Planungsstand zum Zeitpunkt der Bearbeitung entsprechen. Sollten sich durch Änderung der Planung oder bei der Bauausführung (Umbau/Rekonstruktion) zeigen, dass weitere Nachweise erforderlich sind, ist der Bearbeiter zu informieren. Untergeordnete Bauteile und Anschlüsse, die nicht weiter beschrieben sind, werden nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik ausgebildet. Angegebene Maße sind i.d.R. Systemmaße, die nicht für die Ausführung gültig sind (Bauteillängen). Alle getroffenen Annahmen und sämtliche Maße der statischen Berechnung sind in der Bauausführung ständig zu prüfen. Abweichungen von den Annahmen und den Maßen sind dem Bearbeiter sofort mitzuteilen. Änderungen der Planung bei der Ausführung kann zur Folge haben, dass die Statische Berechnung teilweise oder komplett ungültig wird.

weitere Erläuterungen siehe auch einzelne Positionen

### 4. Lastannahmen

siehe einzelne Positionen

## 5. Statische Nachweise

### Expositionsclassen/Bauwerkseinstufung aller Bauteile:

#### Expositionsclassen, Beanspruchungs- und Nutzungsklasse:

Expklasse:	GEW("Beton/Expklasse"; Bez; )	=	XC4
Expklasse:	GEW("Beton/Expklasse"; Bez; )	=	XF2
Expklasse:	GEW("Beton/Expklasse"; Bez; )	=	XA2
Expklasse:	GEW("Beton/Expklasse"; Bez; )	=	XD3
Betondeckung $c_{min}$ =	TAB("Beton/Expklasse"; cmin; Bez=Expklasse)	=	4,00 cm
Vorhaltemaß $\Delta c$ =	TAB("Beton/Expklasse"; $\Delta c$ ; Bez=Expklasse)	=	1,50 cm

#### Fertigteile:

Betondeckung $c_{nom}$ =	$c_{min} + \Delta c - 0,5$	=	5,00 cm
--------------------------	----------------------------	---	---------

#### monolithische Bauteile:

Betondeckung $c_{nom}$ =	$c_{min} + \Delta c$	=	5,50 cm
--------------------------	----------------------	---	---------

#### Beanspruchungsklasse:

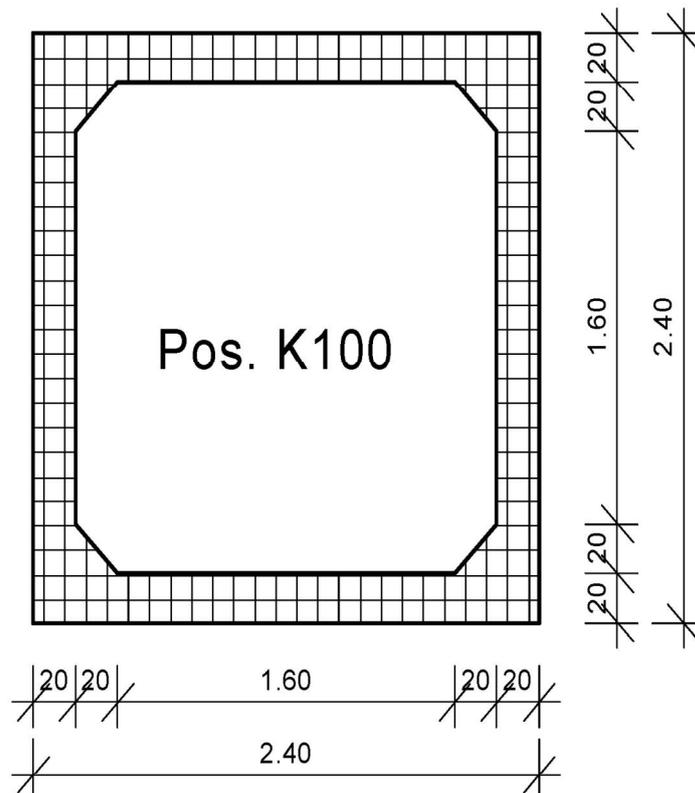
1

#### Nutzungsklasse:

B

### Pos. K100 Kanalelement

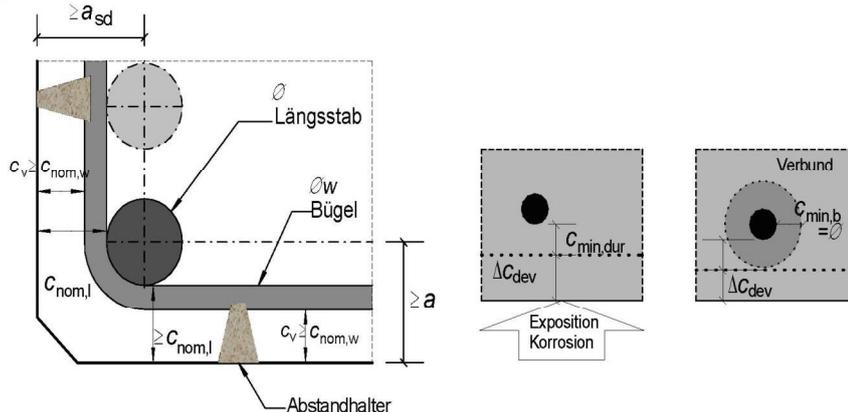
Geometrie:



**System:**

Deckenhöhe	$d_{EG} =$	20,00 cm
Bandschutz	R90	
Nutzhöhe	$h_{EG} = d_{EG} - c_{nom} - 1,0$	= 13,50 cm

**Betondeckungen nach DIN EN 1992-1-1 (EC2-1-1) für Betonstahl - Mindest-, Vorhalte- und Nennmaße :**



**Eingangswerte**

Festlegung der Expositionsklasse nach Tab. 4.1 1):		
Exp.klasse =	GEW("EC2_de/DBV1"; Bez; )	= XD1
Festlegung größter Stabdurchmesser $\phi$ bzw. $\phi_n$ :		
Stabdurchmesser $d_s =$	GEW("EC2_de/DBV1"; ds; )	= 16 mm

**Mindest-, Vorhalte- und Nennmaße**

Indikative Mindestfestigkeitsklasse nach Tab. E.1DE 2)		
Mindestfestigkeit =	TAB("EC2_de/DBV1"; fc;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= C30/37

a) Dauerhaftigkeit 3) - Mindestbetondeckung und Vorhaltemaß

$c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} =$	TAB("EC2_de/DBV1"; cmindur;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= 40 mm
$\Delta c_{dev} =$	TAB("EC2_de/DBV1"; deltacdev_D;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= 15 mm

a) Verbund 4) - Mindestbetondeckung und Vorhaltemaß

$c_{min,b} =$	TAB("EC2_de/DBV1"; cminb;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= 16 mm
$\Delta c_{dev} =$	TAB("EC2_de/DBV1"; deltacdev_V;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= 10 mm

Nennmaß

$c_{nom} =$	TAB("EC2_de/DBV1"; cnom;Bez=Exp.klasse; ds=ds)	= 55 mm
-------------	--	---------

Beton =	GEW("EC2_de/beton_ec2" ; Bez; )	= C35/45
$\gamma_C =$		1,50
$f_{ck} =$	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fck;Bez=Beton)	= 35,00 N/mm <sup>2</sup>
$\alpha_{cc} =$		0,85
$f_{cd} =$	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fcd;Bez=Beton)* $\alpha_{cc}/0,85$	= 19,83 N/mm <sup>2</sup>
$f_{ctm} =$	TAB("ec2_de/beton_ec2"; fctm;Bez=Beton)	= 3,20 N/mm <sup>2</sup>

Betonstahl =	B500	
$f_{yk} =$	500 N/mm <sup>2</sup>	
$\gamma_S =$	1,15	
$f_{yd} =$	$f_{yk} / \gamma_S$	= 435 N/mm <sup>2</sup>

**Mindestquerkraftbewehrung bei BALKEN (immer erforderlich)**

Mindestquerkraftbewehrungsgrad  $\min \rho_w$  für Normalbeton

$$\rho_{w,min} = 0,16 * f_{ctm} / f_{yk} = 1,02 * 10^{-3}$$

Mindestquerkraftbewehrungsgrad  $\min \rho_w$  für gegliederte Querschnitte mit vorgespanntem Zuggurt

$$\rho_{w,min,V} = 0,256 * f_{ctm} / f_{yk} = 1,64 * 10^{-3}$$

Mindestbewehrung unter dem Winkel  $\alpha$

maßgebende Stegbreite  $b_w = 0,50 \text{ m}$

Neigungswinkel der Schubbewehrung  $\alpha = 90^\circ$

$$\min_{a_{sw}} = \rho_{w,min} * 10^4 * b_w * \sin(\alpha) = 5,10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

**Tabelle NA.9.1 Längsabstand  $s_{l,max}$  für Bügel**

		Beton der Festigkeitsklasse	
Querkraftausnutzung <sup>a)</sup>		$\leq \text{C50/60}$	$> \text{C50/60}$
1	$V_{Ed} \leq 0,3 V_{Rd,max}$	$0,7h$ <sup>b)</sup> bzw. 300 mm	$0,7h$ bzw. 200 mm
2	$0,3 V_{Rd,max} < V_{Ed} \leq 0,6 V_{Rd,max}$	$0,5h$ bzw. 300 mm	$0,5h$ bzw. 200 mm
3	$V_{Ed} > 0,6 V_{Rd,max}$	$0,25h$ bzw. 200 mm	

<sup>a)</sup>  $V_{Rd,max}$  darf hier vereinfacht mit  $\Theta = 40^\circ$  ( $\cot\Theta = 1,2$ ) ermittelt werden.  
<sup>b)</sup> bei Balken mit  $h < 200 \text{ mm}$  und  $V_{Ed} < V_{Rd,c}$  braucht der Bügelabstand nicht kleiner als 150 mm zu sein.

(7) Der größte Längsabstand von aufgebogenen Stäben darf in der Regel den Wert  $s_{b,max}$  nach Gl. (9.7DE) nicht überschreiten.

$$s_{b,max} = 0,5h (1 + \cot\alpha)$$

### Mindestquerkraftbewehrung bei PLATTEN

- (1) Die Mindestdicke  $h_{\min}$  einer Platte (Ortbeton) mit Querkraftbewehrung beträgt in der Regel:  
 -- mit Querkraftbewehrung (aufgebogen): 160 mm;  
 -- mit Querkraftbewehrung (Bügel) oder Durchstanzbewehrung: 200 mm

(2) Für die bauliche Durchbildung der Querkraftbewehrung gelten der Mindestwert und die Definition des Bewehrungsgrades nach EC2-1-1, 9.2.2, soweit sie nicht nachfolgend modifiziert werden.

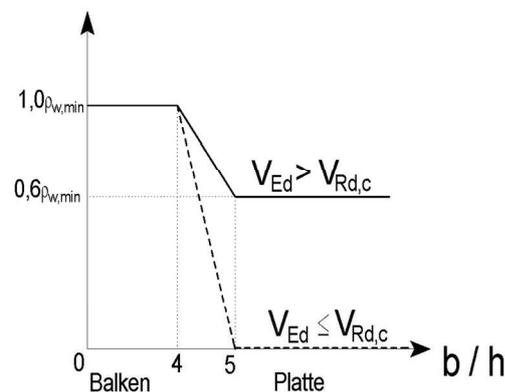
bei  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  mit  $b/h > 5$  ist **keine** Mindestbewehrung für Querkraft erforderlich.

Bauteile mit  $b/h < 4$  sind als Balken zu behandeln.

Im Bereich  $5 \geq b/h \geq 4$  ist eine Mindestbewehrung erforderlich, die bei  $V_{Ed} \leq V_{Rd,c}$  zwischen dem nullfachen und dem einfachen Wert, bei  $V_{Ed} > V_{Rd,c}$  zwischen dem 0,6-fachen und dem einfachen Wert der erforderlichen Mindestbewehrung von Balken interpoliert werden darf.

bei  $V_{Ed} > V_{Rd,c}$  mit  $b/h > 5$  ist der 0,6-fache Wert der Mindestbewehrung von Balken erforderlich.

$b =$		$1,80 \text{ m}$
$h =$		$0,30 \text{ m}$
$b/h$	=	$6,00 > 5$
$\alpha =$		$45^\circ$
$\rho_{w,\min} = 0,16 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	=	$1,02 \cdot 10^{-3}$
$\min_{a_{sw}} = 0,6 \cdot \rho_{w,\min} \cdot 10^4 \cdot b \cdot \sin(\alpha)$	=	$7,79 \text{ cm}^2/\text{m}$



Mindestquerkraftbewehrung nach EC2-1-1, 9.3.2 (2)

### Mindestbewehrung bei VOLLPLATTEN

(1) Dieser Abschnitt gilt für einachsige und zweiachsige gespannte Vollplatten, bei denen  $b$  und  $l_{eff}$  nicht weniger als  $5h$  betragen (siehe 5.3.1).

NCI Zu 9.3 (1)

Die Regeln für Vollplatten dürfen auch für  $l_{eff} / h \geq 3$  angewendet werden.

#### 9.3.1.1 Allgemeines

(1) Für die Mindest- und Höchstwerte des Bewehrungsgrades in der Hauptspannungsrichtung gelten die Regeln aus 9.2.1.1 (1) und (3).

NCI Zu 9.3.1.1 (1)

Bei zweiachsigen gespannten Platten braucht die Mindestbewehrung nach 9.2.1.1 (1) nur in der Hauptspannungsrichtung angeordnet zu werden.

ANMERKUNG Zusätzlich zu Anmerkung 2 aus 9.2.1.1 (1) darf  $A_{s,\min}$  bei Platten mit geringem Risiko von Sprödbruch alternativ mit dem 1,2-fachen derjenigen Querschnittsfläche berechnet werden, die für den Nachweis im GZT benötigt wird.

(2) Bei einachsigen gespannten Platten darf in der Regel die Querbewehrung nicht weniger als 20 % der Hauptbewehrung betragen.

NCI Zu 9.3.1.1 (2)

Bei Betonstahlmatten ist  $\varnothing_{\text{quer,min}} = 5 \text{ mm}$  einzuhalten.

In zweiachsig gespannten Platten darf die Bewehrung in der minderbeanspruchten Richtung nicht weniger als 20 % der in der höherbeanspruchten Richtung betragen.

(3) Der Abstand zwischen den Stäben darf in der Regel nicht größer als  $s_{\text{max,slabs}}$  sein.

NDP Zu 9.3.1.1 (3)

für die Haupt(Zug-)bewehrung:

$s_{\text{max,slabs}} = 250 \text{ mm}$  für Plattendicken  $h \geq 250 \text{ mm}$ ;

$s_{\text{max,slabs}} = 150 \text{ mm}$  für Plattendicken  $h \leq 150 \text{ mm}$ ;

Zwischenwerte sind linear zu interpolieren.

für die Querbewehrung oder die Bewehrung in der minderbeanspruchten Richtung:

$s_{\text{max,slabs}} \leq 250 \text{ mm}$ .

$h = 300 \text{ mm} \geq 70$

$s_{\text{max,slabs}} = \text{WENN}(h \leq 150; 150; \text{WENN}(h \geq 250; 250; h)) = 250$

$l_{\text{eff}} = 2,00 \text{ m}$   
 $b = 1,00 \text{ m}$   
 $h = 0,18 \text{ m}$   
 $d = 0,150 \text{ m}$

$b / h = 5,56 \geq 5$

$l_{\text{eff}} / h = 11,11 \geq 3$

min  $h = 160 \text{ mm}$  bei aufgebogener Bewehrung

min  $h = 200$  mit Bügeln und Durchstanzbewehrung

Trägheitsmoment vor Rissbildung (Zustand I)

$I_I = b \cdot h^3 / 12 = 0,000486 \text{ m}^4$

Abstand von der Schwerachse bis zum Zugrand vor Rissbildung (Zustand I)

$z_I = 0,50 \cdot h = 0,09 \text{ m}$

Widerstandsmoment des Betonquerschnitts im Zustand I

$W_c = I_I / z_I = 0,00540 \text{ kNm/m}$

Rißmoment des Querschnitts

$M_{\text{cr}} = f_{\text{ctm}} \cdot W_c = 0,0173 \text{ MNm/m}$

Bemessungsgleichung für Mindestbewehrung (hier: ohne N)

$A_{s1,\text{min}} = M_{\text{cr}} / (0,9 \cdot d \cdot f_{y,k}) \cdot 10^4 = 2,56 \text{ cm}^2/\text{m}$

#### Nachweis Rißbreitenbegrenzung:

#### Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung

Nachweis für **Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme** [DAfStb - Heft 525 - 03]

#### **Material**

Beton = GEW("EC2\_de/beton\_ec2"; Bez; ) = C35/45  
 $E_{\text{cm}} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"}; E_{\text{cm}}; \text{Bez}=\text{Beton}) = 34000,00 \text{ N/mm}^2$   
 Betonstahl = B500  
 $E_s = 200000 \text{ MN/m}^2$

#### **Bauteilmaße**

Gesamthöhe Querschnitt  $h = 0,20 \text{ m}$   
 Breite Querschnitt  $b = 1,00 \text{ m}$   
 Randabstand Bewehrung  $d_1 = 0,06 \text{ m}$

**Direkte Berechnung einer rissbreitenbegrenzenden Mindestbewehrung** vgl. [DAFStb - Heft 525 - 03]

Nachweis für Zwang infolge Abfließen der Hydratationswärme:

$$w_{k,zul} = 0,20 \text{ mm}$$

$$h / d_1 = 3,33$$

effektive Dicke  $h_{eff}$  bei zentrischem Zug (vgl. EC2-1-1, 7.3.2: (Bild 7.1DE))

$$\Rightarrow h_{c,eff} = 0,1 * h + 2,0 * d_1 = 0,14 \text{ m}$$

$$A_{c,eff} = h_{c,eff} * b = 0,14 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$f_{ct,eff} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/beton\_ec2"}; f_{ctm}; \text{Bez}=\text{Beton}) * 0,5 = 1,60 \text{ MN/m}^2$$

Kraft der effektiven Zugzone je Wandseite

$$F_{cr} = A_{c,eff} * f_{ct,eff} = 0,224 \text{ MN/m}$$

von der Bewehrung aufzunehmende Zugkraft  $F_s$  (bezogen auf den halben Querschnitt)

$$A_{ct} = 0,5 * h * b = 0,10 \text{ m}^2$$

$$k_c = 1,00$$

$$k_i = 0,8 + (((0,5 - 0,8) / (0,8 - 0,3)) * (h - 0,3)) = 0,86$$

$$k = \text{WENN}(h \leq 0,3; 0,8; \text{WENN}(h \geq 0,8; 0,5; k_i)) = 0,80$$

$$F_s = k_c * k * f_{ct,eff} * A_{ct} = 0,128 \text{ MN/m}$$

**Mindestbewehrung  $A_s$  und Rissbreitenbegrenzung**

für  $d = 16 \text{ cm}$

$$\text{gew}_{d_s} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/As"}; d_s;) = 10 \text{ mm}$$

$$d_s = \text{gew}_{d_s} * 10^{-3} = 0,010 \text{ m}$$

$$w_{k,zul} = w_{k,zul} * 10^{-3} = 0,00020 \text{ m}$$

$$A_s = \sqrt{\frac{d_s * F_{cr} * (F_s - 0,4 * F_{cr})}{3,6 * E_s * w_{k,zul} * f_{ct,eff}}} * 10^4 = 6,1 \text{ cm}^2/\text{m}$$

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

$$A_{s,gew} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/AsFläche"}; \text{Bez}; d_s = \text{gew}_{d_s}; a_s \geq A_s) = \text{Ø } 10 / e = 12,5$$

$$A_{s,vorh} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/AsFläche"}; a_s; \text{Bez} = A_{s,gew}) = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$A_s / A_{s,vorh} = 0,97 \leq 1$$

**horizontal gew. Ø 10 / 12,5 # je Seite**

für  $d = 12 \text{ cm}$

$$\text{gew}_{d_s} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/As"}; d_s;) = 12 \text{ mm}$$

$$d_s = \text{gew}_{d_s} * 10^{-3} = 0,012 \text{ m}$$

$$A_s = \sqrt{\frac{d_s * F_{cr} * (F_s - 0,4 * F_{cr})}{3,6 * E_s * w_{k,zul} * f_{ct,eff}}} * 10^4 = 6,7 \text{ cm}^2/\text{m}$$

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

$$A_{s,gew} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/AsFläche"}; \text{Bez}; d_s = \text{gew}_{d_s}; a_s \geq A_s) = \text{Ø } 12 / e = 15$$

$$A_{s,vorh} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/AsFläche"}; a_s; \text{Bez} = A_{s,gew}) = 7,54 \text{ cm}^2$$

$$A_s / A_{s,vorh} = 0,89 \leq 1$$

**horizontal gew. Ø 12 / 15 # je Seite**

**Einwirkungen:**

**Lastfall 1: ständige vertikale Lasten**

Rechengröße für Dicke des Aufbau  $d_A = 1,00 \text{ m}$   
Eigenlast Aufbau:  $d_A \cdot 20,0 = 20,00 \text{ kN/m}^2$

**Lastfall 2: Verkehrslasten nach DIN Fachbericht 101**

Der Schachthals befindet sich in einer Grünfläche bzw. im Gehwegbereich. Eine Belastung infolge LKW ist aber möglich. Es sollen Radlasten gemäß Fahrbereich 1 (DIN FB 101) angesetzt werden.

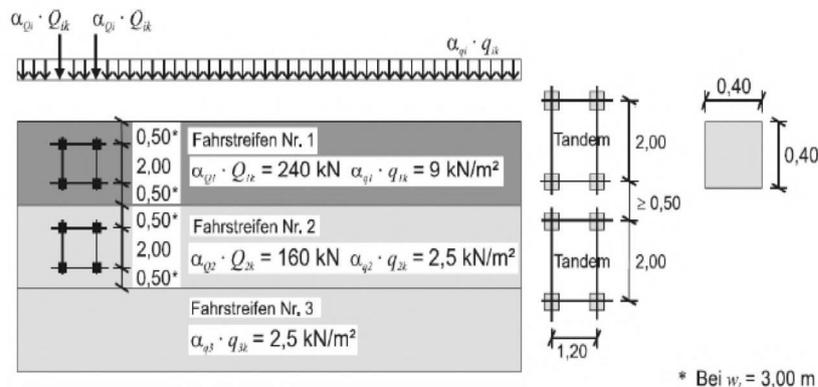
**Lastmodell 1:**

**Fahrstreifen 1:**

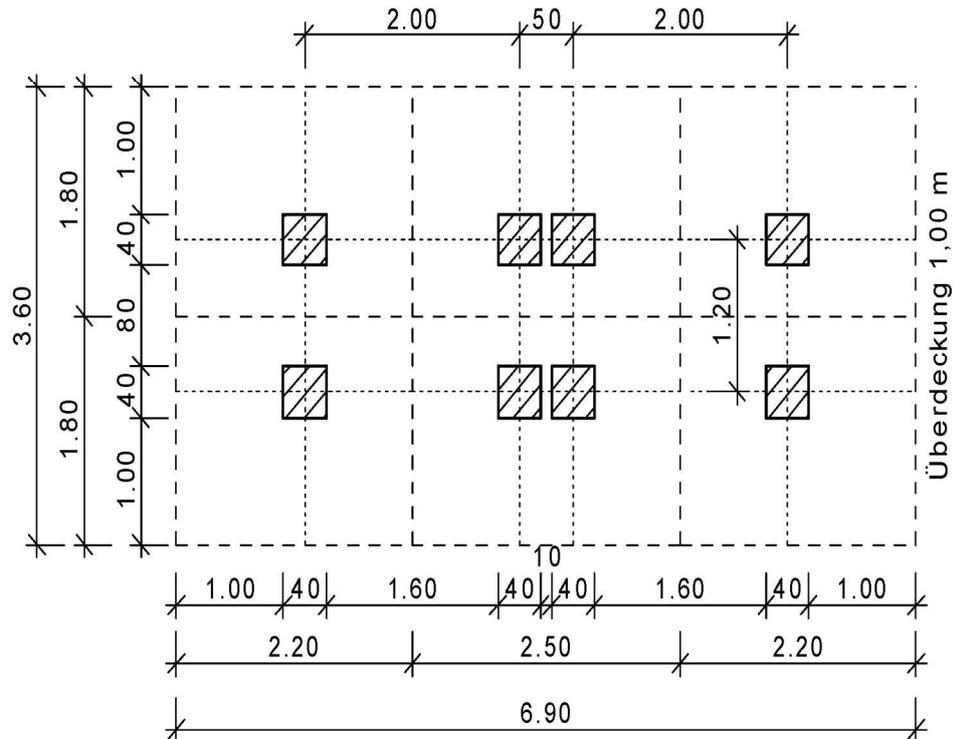
$b = 3,00 \text{ m}$   
 $\alpha_{Qi} = 0,80$   
Grundwert der Achslast  $Q_{ik} = 300,00 \text{ kN}$   
angepasster Grundwert  $Q_{ik1} = \alpha_{Qi} \cdot Q_{ik} = 240,00 \text{ kN}$   
gleichmäßig verteilte Flächenlast  $q_{ik1} = 9,00 \text{ kN/m}^2$

**Fahrstreifen 2/3 nicht maßgebend**

**Fahrbereich 1:**



Lastverteilungsbreite der Radlasten (100 cm Aufbau zur Lastverteilung angesetzt):



äquivalente Flächenlast (Bereich mit 2 Achsen)

$$q_{R1} = \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(3,6 \cdot 2,5)} = 53,33 \text{ kN/m}^2$$

sonstiger Bereich: 9,00 kN/m<sup>2</sup>

Folgende Bemessungslasten würden bei höheren bzw. bei geringeren Überdeckungen entstehen:

Überdeckung 30 cm. Verteilungsfläche 1,5x2,2 m

$$q_{d,30} = 1,35 \cdot 0,3 \cdot 20,0 + 1,5 \cdot \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(1,5 \cdot 2,2)} = 226,28 \text{ kN/m}^2$$

Überdeckung 50 cm. Verteilungsfläche 1,9x2,6 m

$$q_{d,50} = 1,35 \cdot 0,5 \cdot 20,0 + 1,5 \cdot \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(1,9 \cdot 2,6)} = 159,25 \text{ kN/m}^2$$

Überdeckung 80 cm. Verteilungsfläche 2,5x3,2 m

$$q_{d,80} = 1,35 \cdot 0,8 \cdot 20,0 + 1,5 \cdot \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(2,5 \cdot 3,2)} = 111,60 \text{ kN/m}^2$$

Überdeckung 100 cm. Verteilungsfläche 3,6x2,5 m

$$q_{d,100} = 1,35 \cdot 1,0 \cdot 20,0 + 1,5 \cdot \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(3,6 \cdot 2,5)} = 107,00 \text{ kN/m}^2$$

Überdeckung 125 cm. Verteilungsfläche 4,1x2,5 m

$$q_{d,125} = 1,35 \cdot 1,25 \cdot 20,0 + 1,5 \cdot \frac{2 \cdot Q_{ik1}}{(4,1 \cdot 2,5)} = 103,99 \text{ kN/m}^2$$

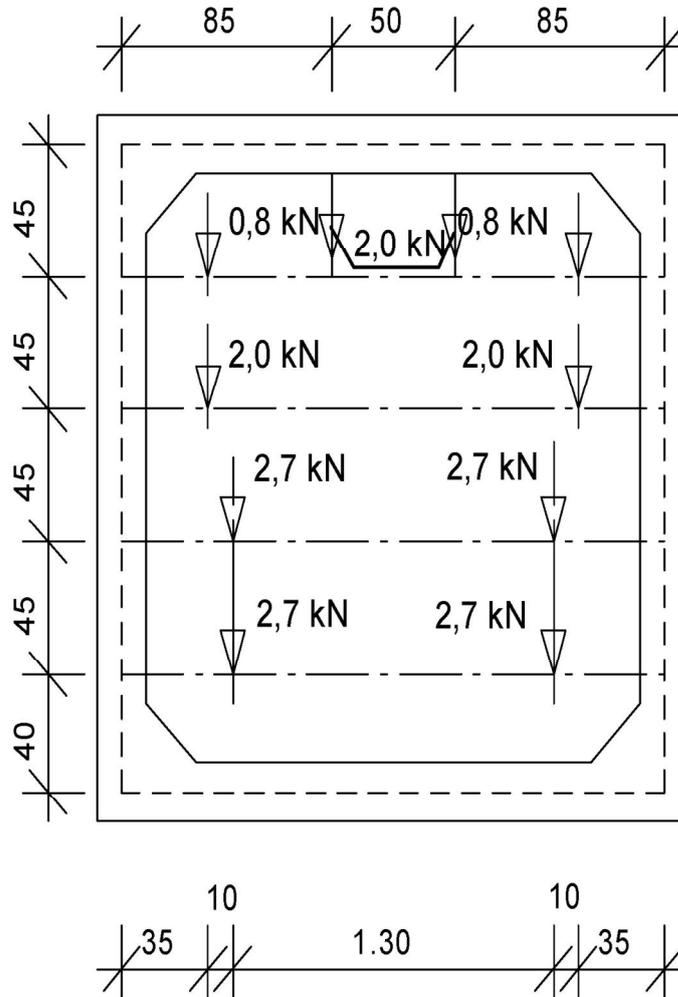
aus Schachtelementen: (1 Radlast Fahrbereich 1 angesetzt)

$$p = \frac{160}{(4 \cdot 1,15)} = 34,8 \text{ kN/m}$$

**Lastfall 4: Ausrüstung**

Für die Lasten der Ausrüstung:

Die Lasten für die Ausrüstung werden nach folgender Prinzipskizze angesetzt:



**Lastfall 5: Verkehrslast Fußboden**

Verkehrslast aus der Sohle: 2,00 kN/m<sup>2</sup>

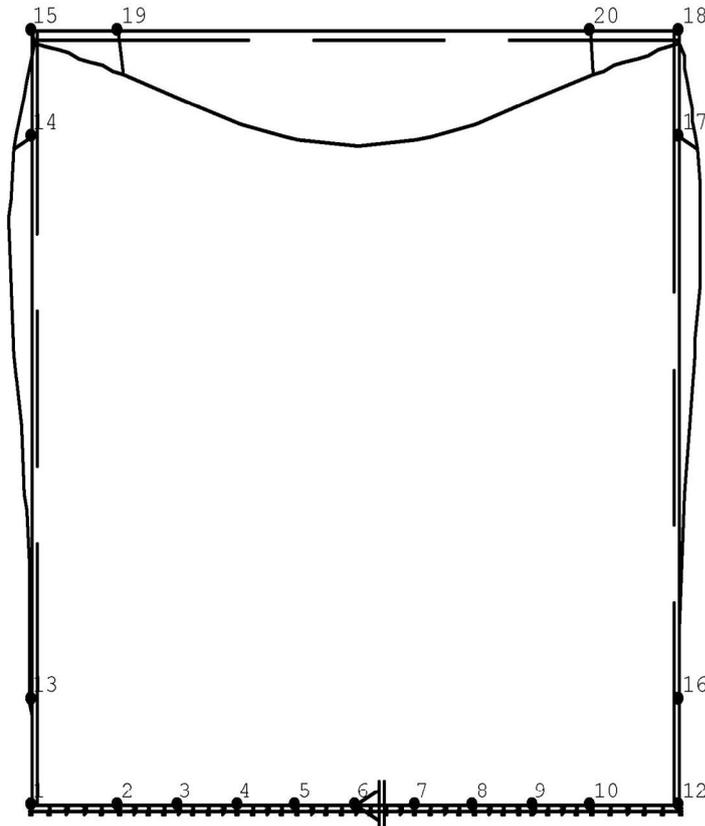
Ebenes Stabwerk ESK1 02/2015A (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 22

PROJEKT: Begebarar Versorgungskanal

POS: K100

Verschiebung (cm) Überlagerung Nr. 1 Th.1,Ord. M 1 : 25



In den Seitenwänden sollen für nachträgliche Durchbrüche Bereiche als "Fenster" vorgesehen werden, so dass die Restwandbereiche jeweils alle auftretenden Lasten aufnehmen können.

Es entstehen somit beidseitig stützenähnliche Restquerschnitte.

Hierfür wird vorerst auf eine weitere Bemessung verzichtet. Die Bewehrung wird konstruktiv so festgelegt, dass die gesamte erforderliche vertikale Wandbewehrung in den verbleibenden Stützenbereichen eingelegt wird. Im Bereich des "Fensters" wird die ermittelte Grundbewehrung bzw. die Wandbewehrung gemäß EDV-Berechnung eingelegt

gewählt:	Kanalelement - Normalelement Hauptbewehrung: außen: $\emptyset 10/12,5$ vorh $A_s = 6,28 \text{ cm}^2/\text{m} > 5,90 \text{ cm}^2/\text{m}$ Querbewehrung: innen: $\emptyset 10/12,5$ vorh $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$ Bügel in den Ecken: $\emptyset 10/s = 12,5 \text{ cm}$ ; vorh $a_s = 12,60 \text{ cm}^2/\text{m} > 10,3$
	Kanalelement - mit "Bewehrungsfenster" vertikale Hauptbewehrung in beiden Bereichen neben dem Bewehrungsfenster: $\emptyset 6 \emptyset 12$ , vorh $A_s = 6,78 \text{ cm}^2$ Bügel, Steckbügel usw., konstruktiv

siehe auch beiliegenden Bewehrungsplan des Fertigteiles

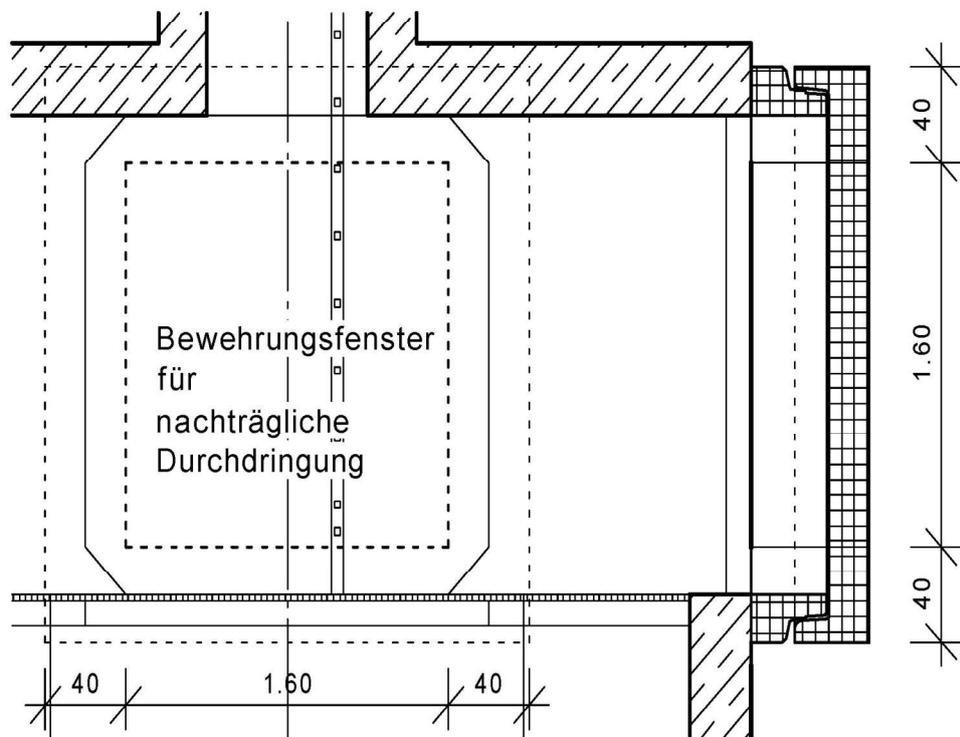
**Pos. W100 Stirnseitige Kanalabschluss-Platte**

Die Einwirkungen werden der Pos. K100 übernommen die Mindest- bzw. Grundbewehrung gilt entsprechend.

Für nachträgliche Durchbrüche soll ebenfalls ein Fenster vorgesehen werden, so dass die Restplatte jeweils alle auftretenden Lasten aufnehmen kann.

Die umlaufende Bewehrung für den Fall des dargestellten Fensterausschnittes erfolgt so, dass im Restquerschnitt die Bewehrung für den Gesamtbereich eingelegt wird, um die Lasten aufnehmen zu können

**Geometrie:**



<b>gewährt:</b>	Wandbewehrung - Normalelement
	Grundbewehrung #: $\emptyset$ 10/12,5 vorh $A_s = 6,28 \text{ cm}^2/\text{m}$
	vertikal beidseitig des "Bewehrungsfensters" innen/außen : 6 $\emptyset$ 12, vorh $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$
	Bügel umlaufend: $\emptyset$ 10/s= 12,5 cm; vorh $a_s = 12,60 \text{ cm}^2/\text{m}$

siehe auch beiliegenden Bewehrungsplan des Fertigteiles

**Pos. BW7 Verbindungsbauwerk 7**

Geometrie siehe Positionsplan

Das Verbindungsbauwerk wird monolithisch ausgeführt (Deckenplatte/Wände/Bodenplatte).  
Die Montageebene in Höhe UK Sohle ist nicht Bestandteil der nachfolgenden Berechnungen.  
Die entsprechenden Lasten werden jedoch berücksichtigt.

**Pos. BW7-100 Schachtkopf**

Die Bewehrung wird mit der Mindestbewehrung nach Pos. 200 gewählt.  
Bewehrungswahl siehe dort bzw. nachfolgende Skizze.

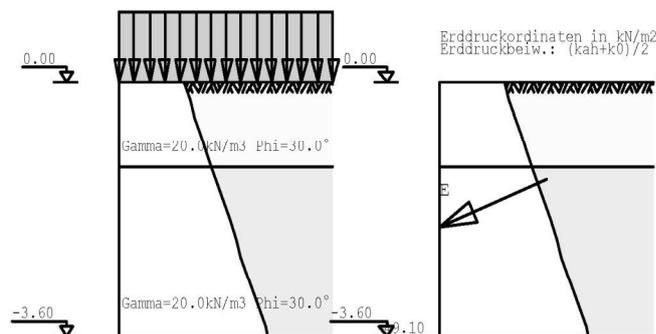
**Pos. BW7-200 Schachtwand**

**Einwirkungen aus Erddruck:**

Erddruckberechnung EDB 01/2013 (Frilo R-2015-2/P10)

PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-200.EDB



Auflast auf dem Gelände  $p = 54,00 \text{ kN/m}^2$

Wandreibungswinkel: aktiv  $2/3 \text{ Phi}$

ERDDRUCKFIGUR :Mittelwert aus aktivem Erddruck und Erdruhedruck

Schicht	Gamma	Dicke	Phi	c	Höhe	Bodenname
Nr.	(kN/m <sup>3</sup> )	(m)	(Grad)	(kN/m <sup>2</sup> )	(m)	(kN/m <sup>2</sup> )
1	20,0	1,20	30,0	0,0	0,390	21,04
						30,40
2	20,0	2,40	30,0	0,0	0,390	30,40
						49,10
						49,10

Kohäsion bei der Erddruckberechnung nicht berücksichtigt !

Resultierende des Mittelwertes aus aktiver Erddruckkraft und Ruhedruckkraft:

Horizontalkomponente  $E_h = 126,26 \text{ kN/m}$

Vertikalkomponente  $E_v = 45,95 \text{ kN/m}$

Höhenkote Angriff v.  $E_h = -2,04 \text{ m} \rightarrow$  (Abstand von unten = 1,56 m)

**Nachweis Schachtwand mit Einspannung in der Platte:**

**- Einwirkungen / Auflasten:**

**Flächenlast:**

- ständig aus Eigenlast und Deckel:  $0,25 \cdot 1,2 \cdot 25,0 + 0,5 \cdot 2,0 = 8,50 \text{ kN/m}$

- veränderlich aus Verkehrslast:  $(0,8/2 + 0,25) \cdot 54,00 = 35,10 \text{ kN/m}$   
oder Achslast: 240 kN (auf 1,0 m angesetzt, nur für diese Berechnung)

- aus Erddruck: siehe vorhergehende Erddruckberechnung

**a) Bemessung als eingespannte Wand:**

Stahlbetonstütze B5 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 1

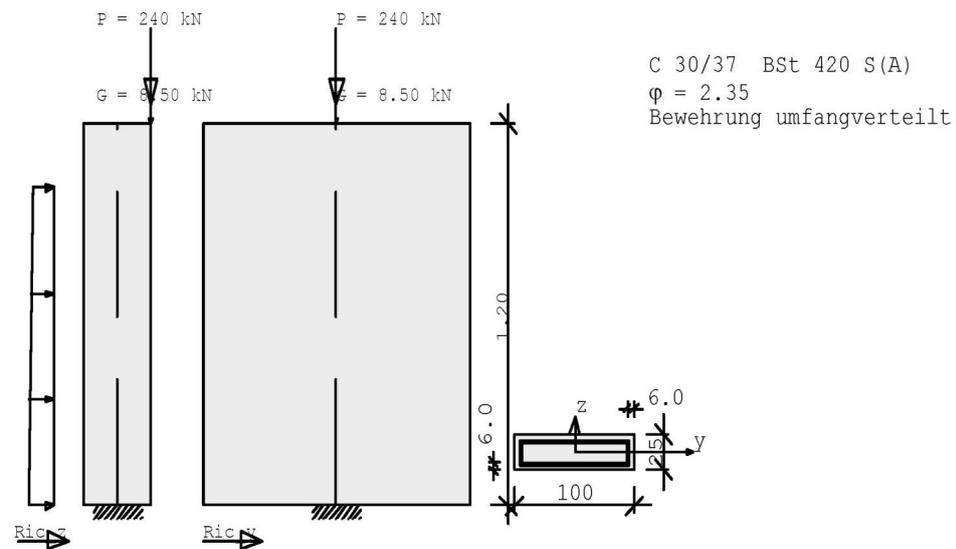
PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-200.E

KRAGSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-06

$E = 33000 \text{ N/mm}^2$   $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$



**KNOTEN - LASTEN:**

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	8,50	.	12,5	.	.	.	.	.	.	g
		240,00	.	12,5	.	.	.	.	A	.	p

**STAB - LASTEN :**

LfNr	SNr	Typ	Ric	g1 (kN/m)	g2 (kN)	Abst (m)	Lang (m)	EWG	Zus	Alt
2	1	Trapezlast	z	30,50	21,00	.00	1,00	.	.	g

gewählte Bewehrung (je Wandseite):

$$A_{s, \text{gew}} = \text{GEW}(\text{"ec2\_de/AsFläche"; Bez; ds=gew\_d_s; as} \geq A_s) = \text{Ø 12 / e = 10}$$

$$A_{s, \text{vorh}} = \text{TAB}(\text{"ec2\_de/AsFläche"; as; Bez}=A_{s, \text{gew}}) = 11,31 \text{ cm}^2$$

$$A_s / A_{s, \text{vorh}} = \underline{\underline{0,83 \leq 1}}$$

zur Kontrolle wird die zu erwartende Rissbreite  $w_k = s_{r, \text{max}} * \epsilon_{\text{sm}} - \epsilon_{\text{cm}}$  überprüft

$$\rho_{\text{eff}} = A_s * 10^{-4} / A_{c, \text{eff}} = 0,0067$$

$$\sigma_s = F_s / A_s * 10^4 = 177 \text{ MN/m}^2$$

$$s_{r, \text{max}} = \text{MIN}(d_s / (3,6 * \rho_{\text{eff}}); \sigma_s * d_s / (3,6 * f_{\text{ct, eff}})) = 0,37 \text{ m}$$

$$\alpha_e = E_s / E_{\text{cm}} = 5,88$$

$$k_t = 0,40$$

$$\epsilon_{\text{sm}} - \epsilon_{\text{cm}} = \frac{\sigma_s - k_t * \frac{f_{\text{ct, eff}}}{\rho_{\text{eff}}} * (1 + \alpha_e * \rho_{\text{eff}})}{E_s} * 10^3 = 0,39 \text{ ‰}$$

$$w_k = s_{r, \text{max}} * \epsilon_{\text{sm}} - \epsilon_{\text{cm}} = 0,14 \text{ mm}$$

$$w_k / (w_{k, \text{zul}} * 10^3) = \underline{\underline{0,70 \leq 1}}$$

**Bewehrungswahl:**

gewählt:	innen/außen #	längs: Ø12/10; vorh.a <sub>s</sub> 11,31 cm <sup>2</sup> /m quer: Ø12/10; vorh.a <sub>s</sub> 11,31 cm <sup>2</sup> /m an den Rändern: zusätzlich 2Ø12 in den Ecken: zusätzlich: 4Ø12
----------	---------------	--

Die Schubverbindung der Schachthalselemente in der Fuge ist nicht Bestandteil der statischen Berechnung. Diese wird vom Fertigteilwerk bzw. in der Ausführungsplanung festgelegt.

Pos. BW7-300 Schachtdecke

Einwirkungen gemäß Lastfall 1 und 2 Pos. K100, außerdem aus Schachtelement Pos. BW7.200

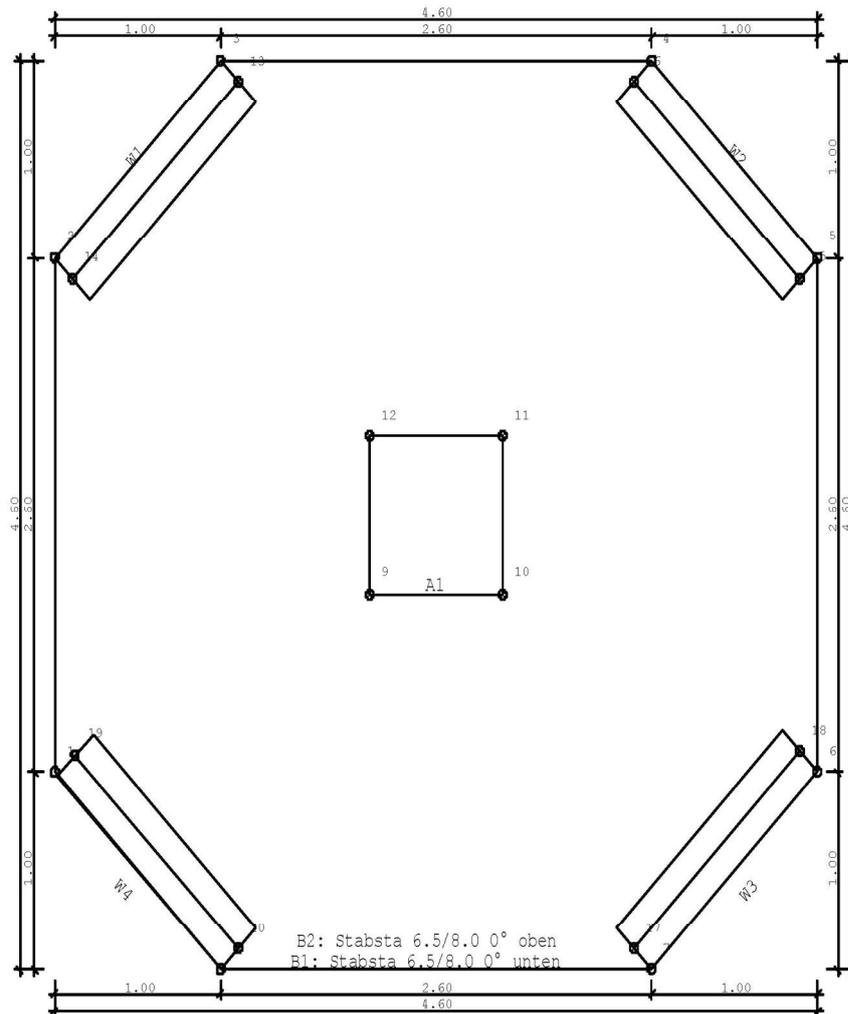
Platten mit finiten Elementen PLT 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 1

PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-300

System: Grundriss



SYSTEM: Übersicht

Plattendicke:	35 [cm]
Bettungsmodul:	0 [kN/m <sup>3</sup> ]
Systempunkte:	20
Wandzüge:	4
Aussparungen:	1
Bewehrungsbereiche, unten:	1
Bewehrungsbereiche, oben:	1

zur Kontrolle wird die zu erwartende Rissbreite  $w_k = s_{r,max} * \epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$  überprüft

$$\rho_{eff} = \frac{A_s * 10^{-4}}{A_{c,eff}} = 0,0073$$

$$\sigma_s = \frac{F_s}{A_s * 10^4} = 175 \text{ MN/m}^2$$

$$s_{r,max} = \text{MIN}(d_s / (3,6 * \rho_{eff}); \sigma_s * d_s / (3,6 * f_{ct,eff})) = 0,36 \text{ m}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 5,88$$

$$k_t = 0,40$$

$$\epsilon_{sm\_ \epsilon_{cm}} = \frac{\sigma_s - k_t * \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{eff}} * (1 + \alpha_e * \rho_{eff})}{E_s} * 10^3 = 0,42 \text{ ‰}$$

$$w_k = s_{r,max} * \epsilon_{sm\_ \epsilon_{cm}} = 0,15 \text{ mm}$$

$$w_k / (w_{k,zul} * 10^3) = \underline{\underline{0,75 \leq 1}}$$

#### Bewehrungswahl:

<b>gewählt:</b>	<b>Grundbewehrung</b>	
oben # :		längs/quer: Ø12/10; vorh.a <sub>s</sub> 11,31 cm <sup>2</sup> /m
unten # :		längs/quer: Ø16/10; vorh.a <sub>s</sub> 20,11 cm <sup>2</sup> /m
		Zulagen gemäß EDV
		Steckbügel umlaufend: Ø12/10

Pos. BW7-400 Wände

Pos. BW7-410 hohe Wände zwischen den Kanalanschlüssen

Einwirkungen aus Decke Pos. BW1-300:

ständig:

- aus Pos. BW7-300:  $99,00 + 0,3 \cdot 3 \cdot 25,0 = 123,75 \text{ kN/m}$

veränderlich:

- aus Pos. BW7-300:  $429,0 - 99,0 = 330,0 \text{ kN/m}$

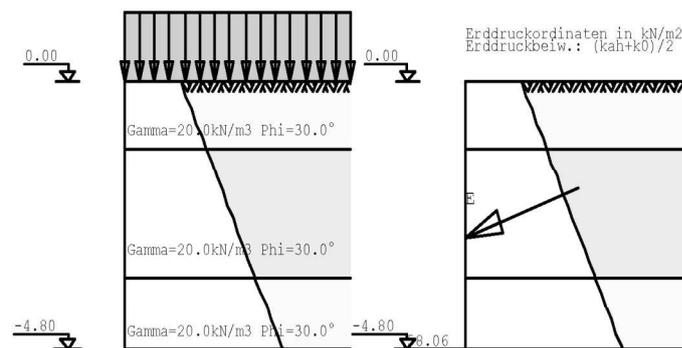
Einwirkungen aus Erddruck:

Auflast nach DIN FB wird bei OK Gelände angesetzt

Erddruckberechnung EDB 01/2013 (Frilo R-2015-2/P10)

PROJEKT: Begebarer Versorgungskanal

POS: BW7-400.EDB



Auflast auf dem Gelände  $p = 53,00 \text{ kN/m}^2$

Wandreibungswinkel: aktiv  $2/3 \text{ Phi}$

ERDDRUCKFIGUR :Mittelwert aus aktivem Erddruck und Erdruhedruck

Schicht	Gamma	Dicke	Phi	c	(kah+k0)/2	Höhe(eah+e0)/2	Bodenname	
Nr.	(kN/m3)	(m)	(Grad)	kN/m2		(m)	(kN/m2)	
1	20,0	1,20	30,0	0,0	0,390	0,00	20,65	Sand
						1,20	30,01	
2	20,0	2,30	30,0	0,0	0,390	1,20	30,01	Sand
						3,50	47,93	
3	20,0	1,30	30,0	0,0	0,390	3,50	47,94	Sand
						4,80	58,06	

Kohäsion bei der Erddruckberechnung nicht berücksichtigt !

Resultierende des Mittelwertes aus aktiver Erddruckkraft und Ruhedruckkraft:

Horizontalkomponente  $E_h = 188,92 \text{ kN/m}$

Vertikalkomponente  $E_v = 68,76 \text{ kN/m}$

Höhenkote Angriff v.  $E_h = -2,78 \text{ m} \rightarrow (\text{Abstand von unten} = 2,02 \text{ m})$

**Bemessung:**

Stahlbetonstütze B5 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 1

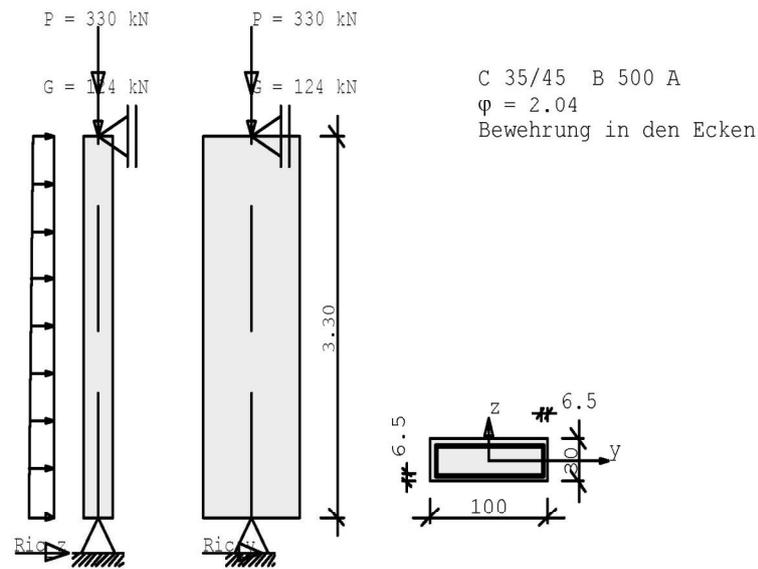
PROJEKT: Begebarer Versorgungskanal

POS: BW7-410

PENDELSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04

$E = 34000 \text{ N/mm}^2$   $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$



**KNOTEN - LASTEN:**

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	124,00 330,00	.	.	.	.	.	.	A	.	g p

**STAB - LASTEN:**

LfNr	SNr	Typ	Ric	g1 (kN/m)	g2 (kN)	Abst (m)	Lang (m)	EWG	Zus	Alt
2	.	Trapezlast	z	47,93	31,01	.00	3,30	A	.	p

**Einwirkungen:**

Nr	KI	Bezeichnung	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\gamma$
A	1	Wohnräume	0,70	0,50	0,30	1,50

Stahlbetonstütze B5 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 2

PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-410

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit  $G_{kn} = 6,05e-7$

Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6

Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3,1,5

Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.

Bei  $n > -0,10$  : eff EI nach EN2 7,4,2 (7,19)

Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.

$\varphi_{eff} = \varphi_0 * M_0 / M_{ed}$  ( $M_0$  aus quasi-ständ. Kombination mit ei)

Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0,16 abgemindert.

Schadensfolgeklasse nach EN 1990 Tab B.1 CC2 ->  $K_{Fi} = 1,0$  (Tab B.3)

KNICKLÄNGEN, Schlankheiten, ungewollte - und Kriech - Ausmitten :

Lf- Komb	Stab Nr.	sky (m)	skz (m)	$\lambda_y$	$\lambda_z$	+eiy (cm)	+eiz (cm)	$\varphi_{eff}$
-------------	-------------	------------	------------	-------------	-------------	--------------	--------------	-----------------

3	1	3,30	3,30	11,4	38,1	.00	.00	.00
$\lambda_{lim}$ :	EN 1992-1-1			110,8	110,8			

Knicksicherheitsnachweis ist nicht erforderlich:  $\lambda < \lambda_{lim}$

SCHNITTGRÖSSEN und Bemessung für Biegung mit N: ohne ea, Th.1,0.

Lf- Komb	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	$\rho$ (%)	Aserf (cm <sup>2</sup> )	Asvor (cm <sup>2</sup> )
3	3,300	-124,0*	.00	.00	0,014	0,43*	.
3	2,750	-124,0*	42,64	.00	0,130	3,90	.
3	2,200	-124,0*	69,93	.00	0,286	8,58	.
3	1,650	-124,0*	80,59	.00	0,353	10,60	.
3	1,100	-124,0*	73,34	.00	0,307	9,22	.
3	.550	-124,0*	46,91	.00	0,153	4,60	.
3	.000	-124,0*	.00	.00	0,014	0,43*	.

\* bei Nd ->  $\gamma_G = 1,0$  ist massgebend.

\* Mindestlängsbewehrung nach 9,5,2(2)

**Pos. BW7-420 Wände unterhalb der Kanalschlüsse**

Die Bemessung erfolgt unabhängig von den Kanalelementen für den vollen Erddruck

**Einwirkungen:**

- Auflast aus Monageebene (15,0 m<sup>2</sup>, 4 Auflager)

- ständig:  $0,5 \cdot 2 \cdot 1,25 \cdot 15,0 \cdot \frac{0,5}{8} = 1,17 \text{ kN/m}$

- veränderlich:  $0,5 \cdot 2 \cdot 1,25 \cdot 15,0 \cdot \frac{2,0}{8} = 4,69 \text{ kN/m}$

- veränderlich angesetzt aus kurzen Kanalelement:  $0,375 \cdot 118,0 = 44,3 \text{ kN/m}$

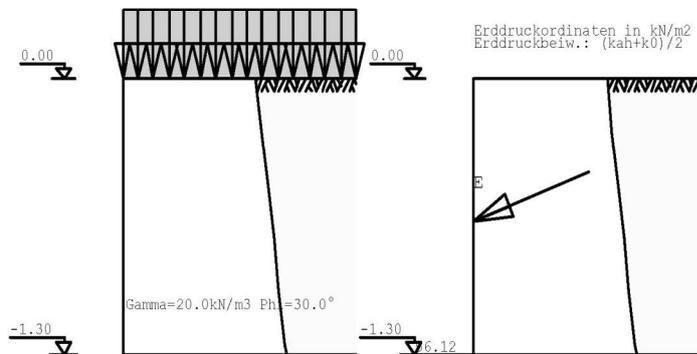
- Auflast entspricht der Bodenpressung der Kanalelemente (als Verkehrslast angesetzt):  
 $20,0 + 54,0 + 4 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 25,0 = 118,0 \text{ kN/m}^2$

- aus Erddruck:

Erddruckberechnung EDB 01/2013 (Frilo R-2015-2/P10)

PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-420.EDB



Auflast auf dem Gelände  $p = 118,00 \text{ kN/m}^2$   
Wandreibungswinkel: aktiv  $\frac{2}{3} \Phi$

ERDDRUCKFIGUR :Mittelwert aus aktivem Erddruck und Erdruhedruck

Schicht	Gamma	Dicke	Phi	c	Höhe(eah+e0)/2		Bodenname
Nr.	(kN/m3)	(m)	(Grad)	kN/m2	(m)	(kN/m2)	
1	20,0	1,30	30,0	0,0	0,390	45,98	Sand
						56,12	

Kohäsion bei der Erddruckberechnung nicht berücksichtigt !

Resultierende des Mittelwertes aus aktiver Erddruckkraft und Ruhedruckkraft:

Horizontalkomponente  $E_h = 66,36 \text{ kN/m}$

Vertikalkomponente  $E_v = 24,15 \text{ kN/m}$

Höhenkote Angriff v.  $E_h = -0,67 \text{ m} \rightarrow$  (Abstand von unten = 0,63 m)

**Bemessung:**

Stahlbetonstütze B5 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 1

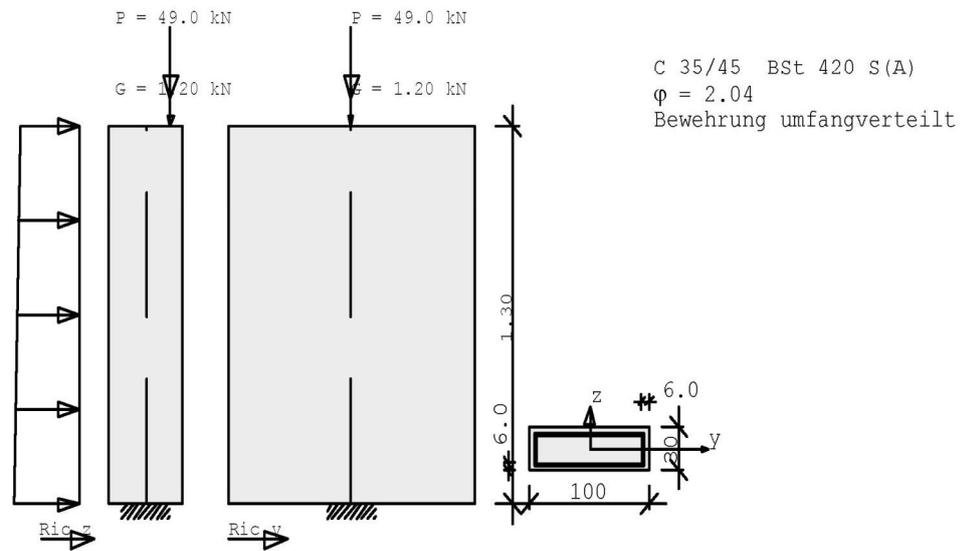
PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-420

KRAGSTÜTZE, Rechteck, 2-achsig beansprucht

Berechnungsgrundlage: DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-06

E = 34000 N/mm<sup>2</sup> ρ = 2500 kg/m<sup>3</sup>



**KNOTEN - LASTEN:**

LfNr	KNr	V (kN)	ey (cm)	ez (cm)	Py (kN)	Pz (kN)	My (kNm)	Mz (kNm)	EWG	Zus	Alt
1	2	1,20	.	10,0	.	.	.	.	.	.	g
		49,00	.	10,0	.	.	.	.	A	.	p
		9,75	( Eigengewicht )								

**STAB - LASTEN :**

LfNr	SNr	Typ	Ric	g1 (kN/m)	g2 (kN)	Abst (m)	Lang (m)	EWG	Zus	Alt
2	1	Trapezlast	z	56,00	46,00	.00	1,30	.	.	g

**Einwirkungen:**

Nr	KI	Bezeichnung	ψ0	ψ1	ψ2	γ
A	1	Wohnräume	0,70	0,50	0,30	1,50

Stahlbetonstütze B5 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 2

PROJEKT: Begebarar Versorgungskanal

POS: BW7-420

Weitere Berechnungsgrundlagen:

Genauigkeit  $G_{kn} = 5,11e-10$   
Anzahl der Unterelemente je Stababschnitt: 6  
Arbeitslinie des Betons für die Verf.-Berechnung EN 1992-1-1 3,1,5  
Berechnung der Betondruckkraft ohne Abzug der Bewehrung.  
Bei  $n > -0,10$  : eff EI nach EN2 7,4,2 (7,19)  
Kriechen wird durch eine verzerrte Spannungsdehnungsline berücksichtigt.  
 $\varphi_{eff} = \varphi_0 * M_0 / M_{ed}$  ( $M_0$  aus quasi-ständ. Kombination mit ei)  
Die eff. Steifigkeit wurde mit Faktor 0,53 abgemindert.  
FLBemBn.DLL: Version 9,0,1,116 (1)

Lf- Komb	Stab Nr.	Schlankheiten,		ungewollte		- und Kriech		Ausmitten $\varphi_{eff}$
		sky (m)	skz (m)	$\lambda_y$	$\lambda_z$	+eiy (cm)	+eiz (cm)	
2	1	2,60	2,60	9,0	30,0	.00	.00	.00
$\lambda_{lim}$ :	EN	1992-1-1		134,3	134,3			

Knicksicherheitsnachweis ist nicht erforderlich:  $\lambda < \lambda_{lim}$

SCHNITTGRÖSSEN und Bemessung für Biegung mit N: ohne ea, Th.1,0.

Lf- Komb	Höhe (m)	Nd (kN)	Myd (kNm)	Mzd (kNm)	$\rho$ (%)	Aserf (cm <sup>2</sup> )	Asvor (cm <sup>2</sup> )
1	1,300	-84,4*	-7,47	.00	0,012	0,35*	.
1	1,083	-84,4*	-8,57	.00	0,012	0,35*	.
2	.867	-14,8	-6,12	.00	0,024	0,73	.
2	.650	-14,8	-13,76	.00	0,072	2,17	.
2	.433	-14,8	-24,63	.00	0,142	4,26	.
2	.217	-14,8	-38,78	.00	0,235	7,05	.
2	.000	-14,8	-56,44	.00	0,356	10,69	.

\* bei Nd ->  $\gamma_G = 1,0$  ist massgebend.

\* Mindestlängsbewehrung nach 9,5,2(2)

gewählt:	vertikal und horizontal:
	beidseitig #: Ø 12, s=10cm, vorh $A_s = 2 * 11,31 \text{ cm}^2/\text{m}$
	sonstige Wandenden/Wanddecken:
	2 x 2 Ø 16, Steckbügel: Ø10, s=10cm
	Öffnungen: oben und seitlich: 3 Ø 14, Steckbügel Ø10/15, Zulagen gemäß EDV

**Pos. BW7-500 Bodenplatte**

**Einwirkungen:**

Es werden nur die vertikalen Lasten angesetzt.

- aus hohen Wänden Pos. BW7-410:

**ständig:** 124,00 kN/m  
**veränderlich:** 330,00 kN/m

- aus niedrigen Wänden Pos. BW7-420:

**ständig:**  $1,2 + 1,3 \cdot 0,3 \cdot 25,0 = 10,95$  kN/m  
**veränderlich:** 49,00 kN/m

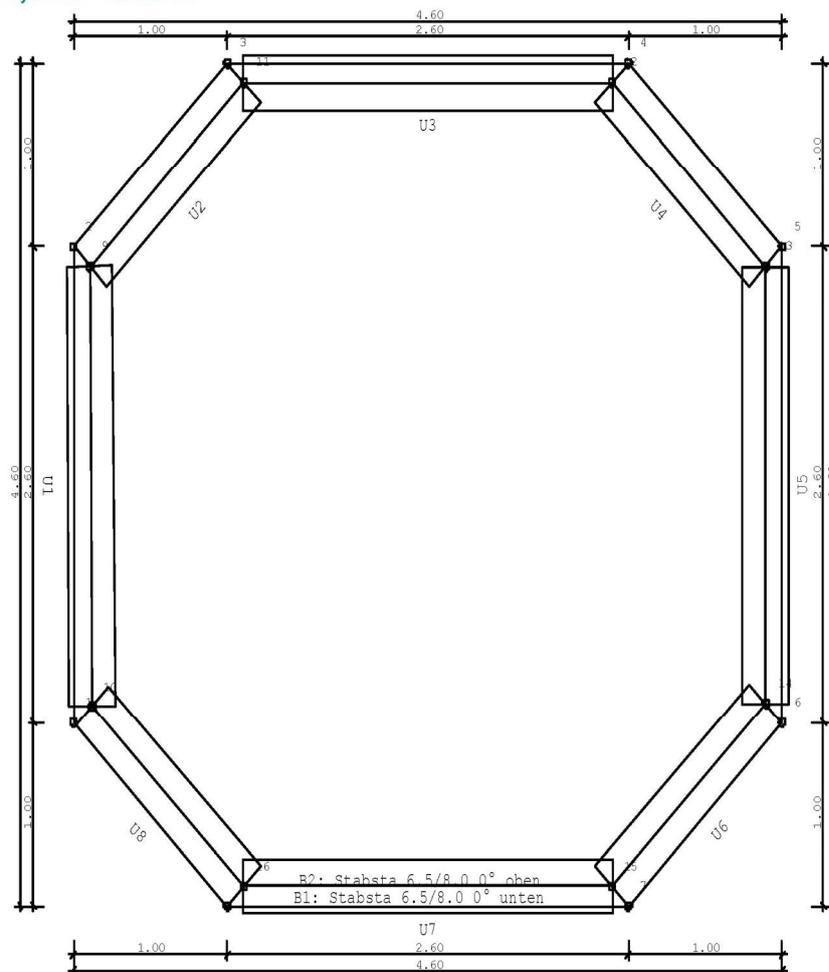
Platten mit finiten Elementen PLT 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 1

PROJEKT: Begehrbar Versorgungskanal

POS: BW7-500

System: Grundriss



Platten mit finiten Elementen PLT 02/2015 (Frilo R-2015-2/P10)

Bl. 15

PROJEKT: Begebarar Versorgungskanal

POS: BW7-500

Überlagerung 2 "GZT Ständig und Vorübergehend"  
VEd / VRd,c, VEd / VRd,max, Schub-Bewehrung [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

		*	5.92	5.11	10.0	*				
		*	0.62	0.54	1.00	*				
			16.3	63.6	133					
	*	*	2.30	2.33	2.64	*				
	*	*	0.30	0.30	0.32	*				
	*	*	18.6	17.2	30.5	*				
*	2.00	1.73	1.48	1.51	1.59	2.05	3.12	*		
*	0.29	0.28	0.24	0.24	0.26	0.29	0.36	*		
*	19.8	17.1	8.22	8.37	8.84	21.7	41.5	*		
	1.88	1.27	1.28	1.20	1.16	1.32	2.08	8.8	*	
	0.29	0.20	0.21	0.19	0.19	0.21	0.29	0.9	*	
	16.5	13.7	13.2	6.63	6.42	12.3	21.1	190	*	
6.12	1.73	1.29	0.87	0.80	0.81	1.11	1.54	2.6		3.05
0.61	0.27	0.20	0.13	0.13	0.13	0.18	0.24	0.3		0.35
96.5	9.18	6.85				6.16	13.7	20.4		32.4
2.47	1.64	1.31	0.58	0.45	0.39	1.01	1.56	2.1		4.99
0.31	0.26	0.20	0.09	0.07	0.06	0.16	0.24	0.2		0.51
28.7	8.74	6.98				6.16	8.29	13.0		59.8
4.25	1.95	1.90	1.12	1.06	0.71	1.16	1.60	2.5		9.57
0.45	0.29	0.29	0.18	0.17	0.12	0.19	0.25	0.3		0.93
62.3	17.1	12.3	6.25	6.16		6.43	8.51	28.6		120
*	2.07	1.30	1.54	1.31	1.51	1.63	1.78	*	*	*
*	0.29	0.21	0.25	0.21	0.24	0.26	0.28	*	*	*
*	17.0	13.4	8.55	7.26	8.36	15.2	16.1	*	*	*
*	2.52	2.51	1.75	1.69	1.82	2.14	2.09	*	*	*
*	0.32	0.32	0.28	0.27	0.29	0.30	0.29	*	*	*
*	26.7	22.8	9.71	9.35	10.1	21.0	19.1	*	*	*
*	*	*	9.88	5.15	3.14	*	*	*	*	*
*	*	*	1.88	8.55	8.26	*	*	*	*	*
*	*	*	131	64.1	34.7	*	*	*	*	*

max as-B: 190 [cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>]

**Bewehrung für Bodenplatte und Wand gewählt d=30 cm:**

**Grundbewehrung:**

oben außen : Ø12, s = 10 cm; As = 11,31 cm<sup>2</sup>/m

oben innen : Ø12, s = 10 cm; As = 11,31 cm<sup>2</sup>/m

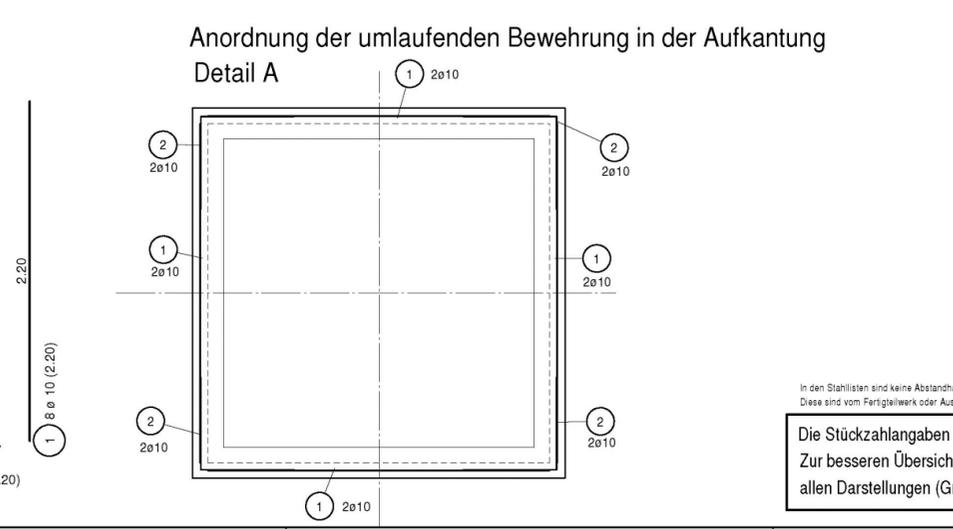
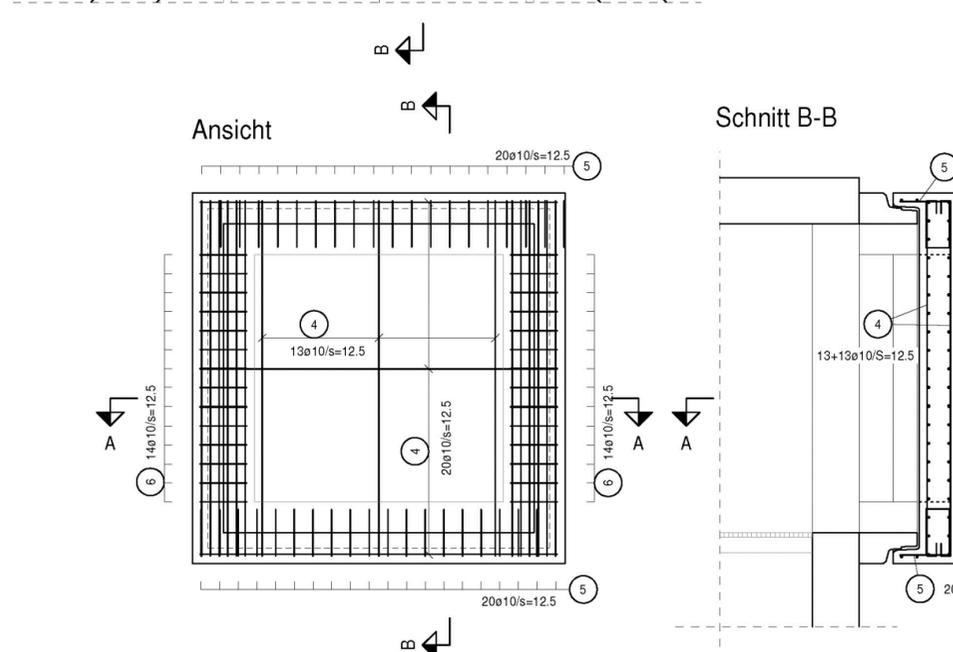
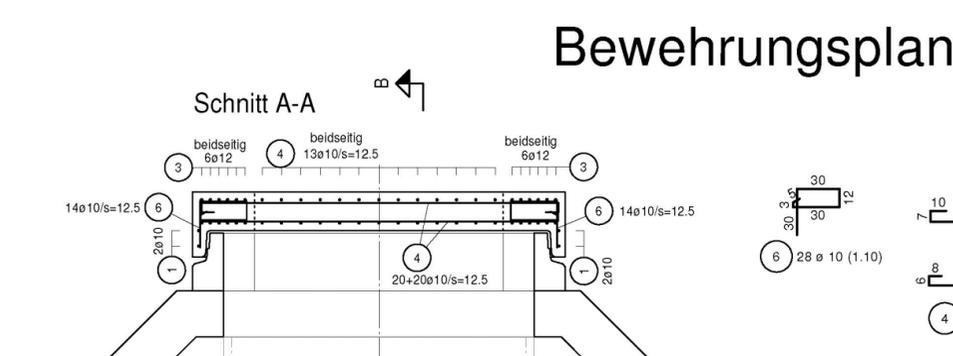
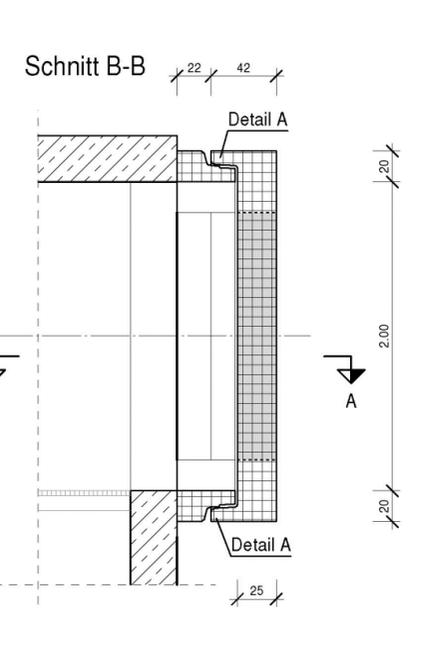
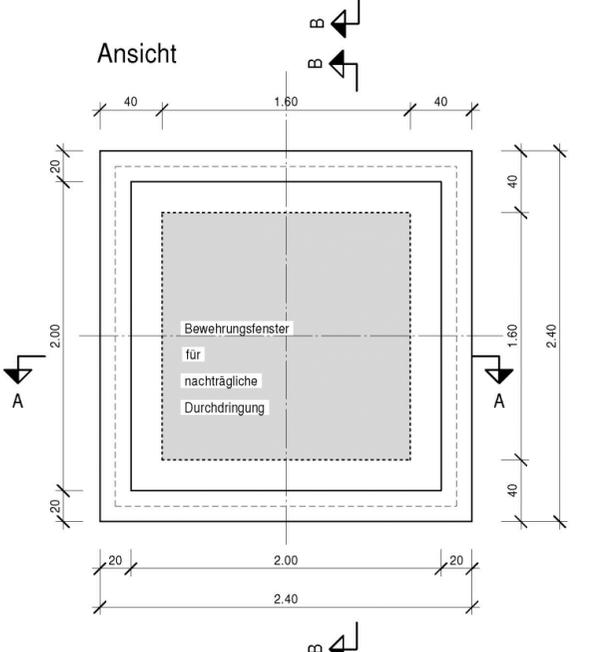
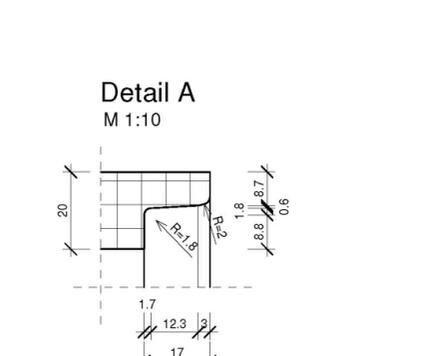
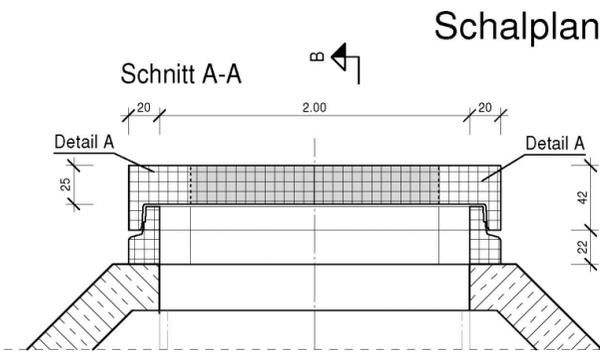
unten außen : Ø12, s = 10 cm; As = 11,31 cm<sup>2</sup>/m

unten innen : Ø12, s = 10 cm; As = 11,31 cm<sup>2</sup>/m

Zulagen zur Längsbewehrung oben und unten siehe EDV

Querkraftbewehrung gemäß EDV

Plattenrand: Steckbügel: Ø 12/10



#### LEGENDE:

Material: Ortbeton Fertigteil Änderungen seit dem letzten Index Einbauteil

Zusätzliche Einbauteile, Fundamentierdar, Leerrohre usw. gemäß Fachplanung

Position: Rundstahl DIN 488 - B500A Lagermatten: DIN 488 - B500A

Biegen von Betonstäben nach DBV-Merkblatt "Betondeckung und Bewehrung"

Bei der Bestimmung des Biegerollendurchmessers D min ist DIN EN 1992-1-1/NA Tabelle 8.10E zu beachten und nach der bautechnischen Funktion der Biegung zu unterscheiden:

A) Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe

B) Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel

Mindestwerte der Betondeckung (weithinweislich zur Krümmungsebene)	Biegerollendurchmesser D (mm)	Stabdurchmesser s	Biegerollendurchmesser D (mm)
> 100 mm und > 7 s	D min = 10 s	< 20	D min = 4 s
> 50 mm und > 3 s	D min = 15 s	> 20	D min = 7 s
< 50 mm und < 3 s	D min = 20 s		

Biegung nach A) zur Herstellung und Überprüfung ist der erforderliche Biegerollendurchmesser immer anzugeben und zwar an der Biegung im Bewehrungsplan und auf der Stabliste.

Biegung nach B) wird an der Biegung wieder im Bewehrungsplan nach auf der Stabliste ein Biegerollendurchmesser angegeben, so ist D min in Abhängigkeit von der obigen Tabelle zu entnehmen.

Bei Laboranfertigen und geschweißter Bewehrung, die nach dem Schweißen gebogen werden, ist zusätzlich DIN EN 1992-1-1, Tabelle NA.8.10E b zu beachten. Die unter A) und B) aufgeführten Mindestwerte der Biegerollendurchmesser gelten nur, wenn a > 4 s. (a = Krümmungsradius der Stäbe).

Ausführung von Bügelschlössern bei Stützen:

#### BESONDERE ANGABEN:

Für ein Fertigteil ist nur die statisch relevante Bewehrung für den Einbaustand enthalten. Evtl. erforderliche Bewehrung aus Transportaufträgen, Tragösen usw. sind durch das Fertigteilwerk festzulegen! Die Nachbehandlung des Frischbetons hat nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu erfolgen. Es ist ein Beton mit niedriger Hydrationswärme und geringem Schwindverhalten zu verwenden. Außerdem sind zur Vermeidung von Schwindrisss bauseits weitere Massnahmen zu treffen! z.B. Abbindeverzögerer, Schwind- & Arbeitsabschnitte, schwindarmer Zement, Nachbehandlung etc. Die Arbeitsfugen zwischen Fertigteil und Aufbeton (Ringanker) sind vom Fertigteilwerk nach DIN EN 1992-1 und Heft 400 rauh auszubilden! Der Beton ist bis zum Erhärten vor Witterungseinflüssen zu schützen.

Diese Zeichnung ist nur in Verbindung mit der geprüften Statik und sämtlichen zur Ausführung freigegebenen Planunterlagen aller Fachplanung, sowie durch Freigabevermerk gültig. Alle Maße sind vom Fertigteilwerk bzw. auf der Baustelle verantwortlich zu prüfen. Eventuelle Unstimmigkeiten sind dem Planfertiger oder der Bauleitung sofort mitzuteilen. Es sind nur die statisch relevanten Ausprägungen im Plan enthalten. Die Oberflächenqualität des Fertigteils und des Aufbetons ist mit dem Bauherrn abzustimmen. Bei der Bauausführung ist die DIN 1045-3 zu beachten!

#### Einbau- und Zubehöreilleiste

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung

#### Beton- und Expositionsclassen

Bauteile	Beton	Expositionsclassen		Betondeckung c <sub>nom</sub>
		aus Bewehrungskorrosion	aus Betondeckungsgrad	
Bodenplatte	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Wände	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Deckenplatte	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Fertigteile (umlaufend)	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,0 cm

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenausgaben des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

Index	Art/Bezeichnung der Planänderung(en)	Datum	Planner/Koordinator

Die Übereinstimmung dieses Planes mit der Tragwerksplanung sowie die Berücksichtigung der Eintragung (en) des AG wird bestätigt.

Plan zur Ausführung freigegeben

Die Übereinstimmung dieses Planes mit der Bauausführung wird bestätigt.

Ort, Datum

Unterschrift Auftragnehmer

Unterschrift Auftraggeber

Unterschrift Auftragnehmer

Dieser Plan gilt in Zusammenhang mit der zugehörigen Leistungsbeschreibung, Maße, Lage und Anordnung von Bauteilen sind vor Ort auf ihre Richtigkeit zu prüfen und eventuelle Unstimmigkeiten in den Plänen vor der Ausführung mit dem AG bzw. der Bauleitung zu klären.

Planungsgegenstand: Gesellschaft für Ingenieurbau, Bauwerkreinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH

Projekt Nr.: 14033VK

Leistung: Planung

Phase: Konzept

Planstart: 2015-12-11

Plan Nr.: SB0025K3-00

Beauftragter: Lärm

Maßstab: 1 : 25

Geschlecht: Lärm

Formal: 84,1x42 cm

Geplant: Reim

Anlage: 17

Freigegeben zur Ausführung

Planfertig: Schal- und Bewehrungsplan

Stirnseitige Kanalabschlussplatte

Prüfung/Überprüfung: 11.12.2015

In den Stahlislen sind keine Abstandhalter bzw. Unterstützungskörbe enthalten. Diese sind vom Fertigteilwerk oder Ausführungsbetrieb selbst festzulegen!

Die Stückzahlangaben in den Auszügen gelten für 1 Bauteil! Zur besseren Übersicht sind die einzelnen Positionen nicht in allen Darstellungen (Grundriss, Schnitte, Ansichten) dargestellt!

**GIBA - Gesellschaft für Ingenieurbau**  
 Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH  
 Zwenkauer Str. 159, 04420 Markranstädt  
 Tel.: 034205/200910 - Fax: 034205/200920  
 Bearbeiter: Ingenieurbüro Dipl.-Ing. F. Lärm  
 Tel: 0345/52 11 771



## RUNDSTAHL - STÜCKLISTE BSt 500 S,M (B)

Projekt: Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Bsp. Energiepark Kulkwitz

Bauwerk: Kanal

Bauteil: Stirnseitige Kanalabschlussplatte

Plannr.: SB0025K3 -00

Datum: 11.12.2015

- 1 -

POS.	STÜCK	∅ (mm)	SCHNITTLÄNGE (m)	GEWICHT (kg)	GESAMTLÄNGE (m)
1	8	10	2,200	1,357	17,600
2	8	10	1,200	0,740	9,600
3	24	12	2,640	2,344	63,360
4	66	10	2,580	1,592	170,280
5	40	10	1,200	0,740	48,000
6	28	10	1,100	0,679	30,800
GESAMTMENGE (BETONSTAHL BSt 500 S,M (B))					
	(mm)	(kg/m)		(m)	(kg)
	10	0,617		276,280	170,465
	12	0,888		63,360	56,264
GESAMTGEWICHT					226,729

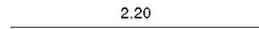
## BIEGELISTE

Projekt: Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Bsp. Energiepark Kulkwitz  
 Bauwerk: Kanal  
 Bauteil: Stirnseitige Kanalabschlussplatte  
 Plannr.: SB0025K3 -00  
 Datum: 11.12.2015

- 2 -

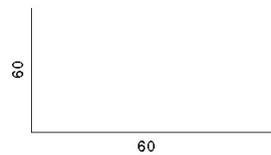
1

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 2,200



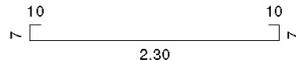
2<sup>+</sup>

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 1,200



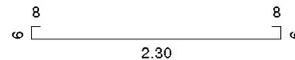
3<sup>+</sup>

Anzahl : 24  
 ø : 12  
 Länge : 2,640



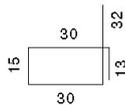
4<sup>+</sup>

Anzahl : 66  
 ø : 10  
 Länge : 2,580



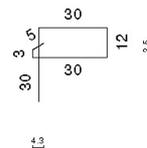
5

Anzahl : 40  
 ø : 10  
 Länge : 1,200



6

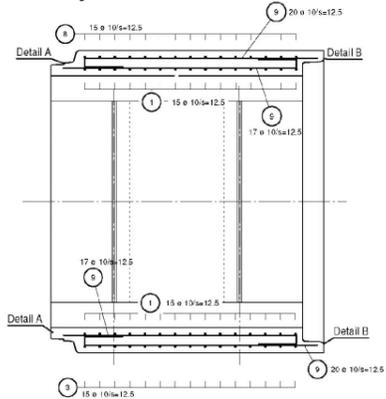
Anzahl : 28  
 ø : 10  
 Länge : 1,100



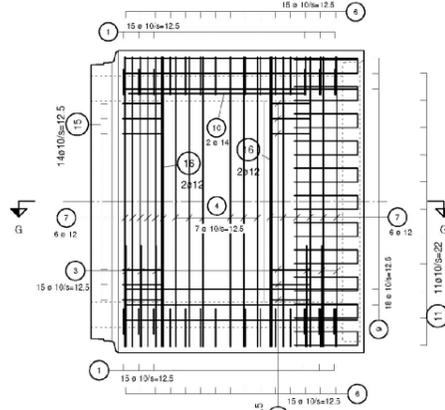
+ Biegeform verzerrt dargestellt

# Bewehrungsplan Kanalelement mit Bewehrungsfenster

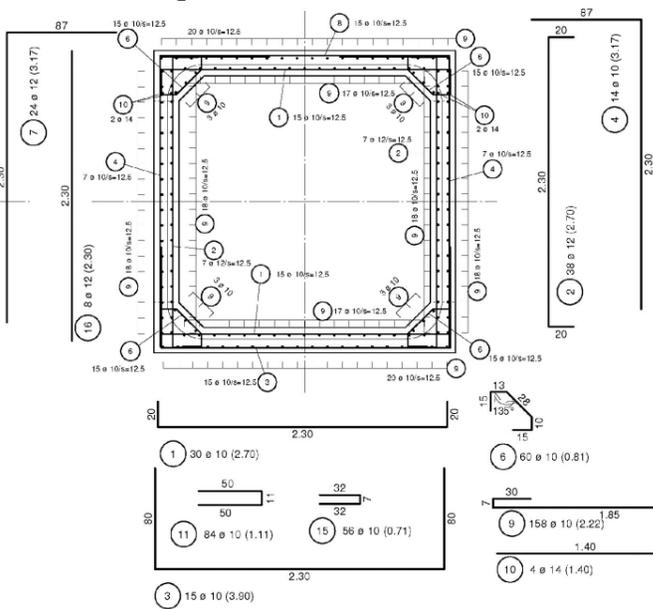
**Schnitt A - A**  
Längsschnitt



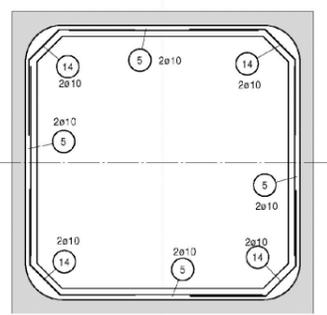
**Wandansicht - Vorderseite**  
2x herstellen



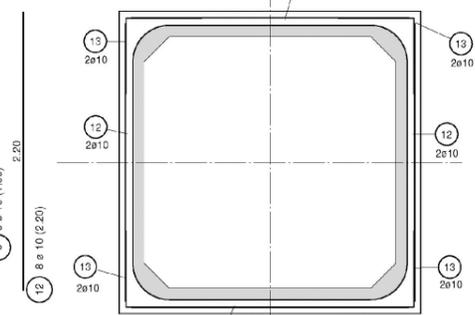
**Schnitt C - C**  
Querschnitt



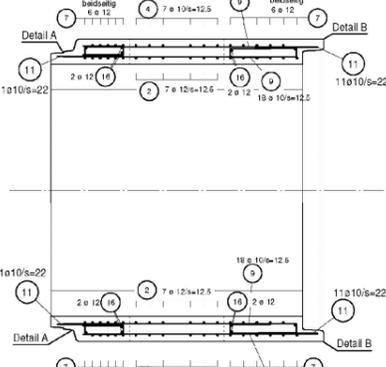
**Anordnung der umlaufenden Bewehrung in den Übergangsbereichen**  
Detail A



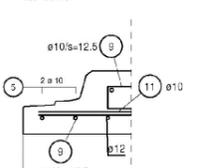
Detail B



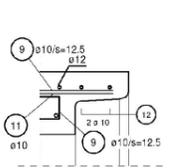
**Schnitt B-B**  
Horizontalschnitt



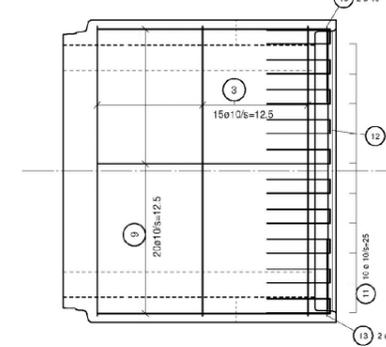
Detail A  
M 1:10



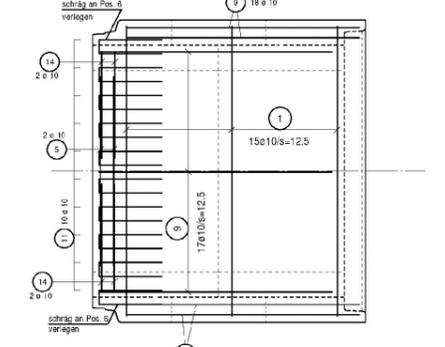
Detail B  
M 1:10



**Bodenplatte - untere Lage**

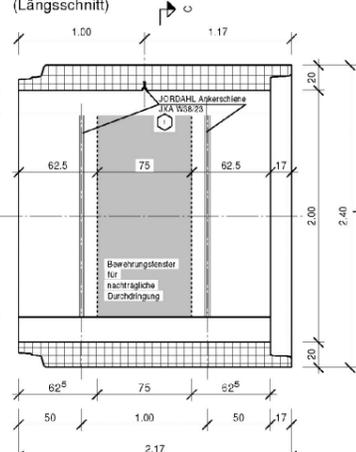


**Bodenplatte - obere Lage**

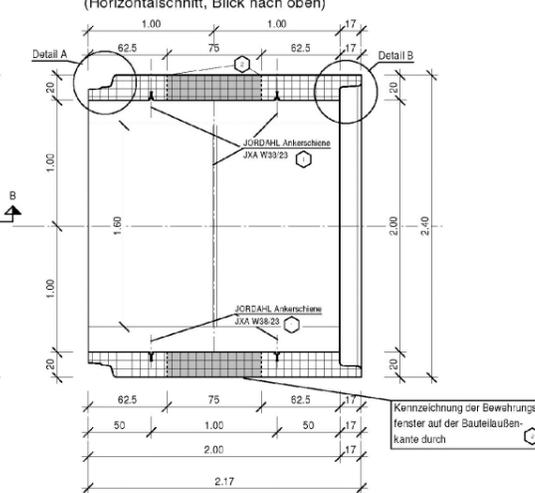


## Schalplan Kanalelement mit Bewehrungsfenster

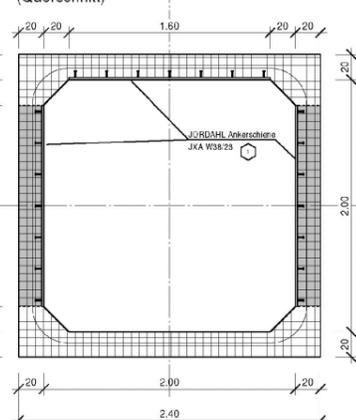
**Schnitt A - A**  
(Längsschnitt)



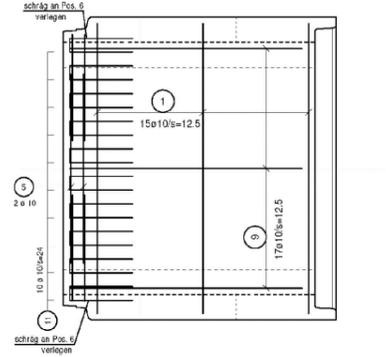
**Schnitt B - B**  
(Horizontalschnitt, Blick nach oben)



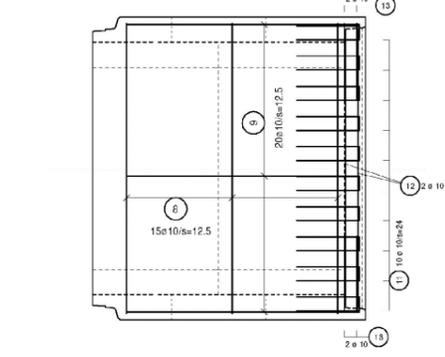
**Schnitt C - C**  
(Querschnitt)



**Deckenplatte - untere Lage**



**Deckenplatte - obere Lage**



Die Stückzahlangaben in den Auszügen gelten für 1 Bauteil!  
Zur besseren Übersicht sind die einzelnen Positionen nicht in allen Darstellungen (Grundriss, Schnitte, Ansichten) dargestellt!

**LEGENDE:**

Material:	Ortbeton	Fertigteil	Änderungen seit dem letzten Index
	Bewehrungsfenster für nachträgliche Durchdringung	Bestand	Einbauteil

Zusätzliche Einbauteile, Fundamentanker, Leerdraht usw. gemäß Zeichnung

Position	1 BIS 10	11 BIS 12	Lagermatten: DIN 488 - B500A
----------	----------	-----------	------------------------------

**Biegen von Betonstählen** nach DEU-Merkblatt "Betondeckung und Bewehrung"

Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Schrägstäbe oder andere gebogene Stäbe	Mindestwerte der Biegerollendurchmesser für Haken, Winkelhaken, Schlaufen, Bügel
A) $d \geq 100 \text{ mm und } > 7 \sigma$ $d \geq 50 \text{ mm oder } > 3 \sigma$ $d \geq 50 \text{ mm oder } < 3 \sigma$	B) $d \geq 20$ $d \geq 10$ $d \geq 7$

**BESONDERE ANGABEN:**

Für ein Fertigteil ist nur die statisch relevante Bewehrung für den Einbaustand enthalten.  
Erforderliche Bewehrung aus Transportfüllen, Tragblechen usw. sind durch das Fertigteilwerk festzulegen!  
Die Nachbehandlung des Frischbetons hat nach der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zu erfolgen.  
Es ist ein Beton mit niedriger Hydratwärmeevolution und geringem Schwindverhalten zu verwenden.  
Außerdem sind zur Vermeidung von Schwindrisiken basierte weitere Massnahmen zu treffen!  
Z.B. Abbindeschwämme, Schwind- & Abbindeabschnitt, schwindarme Zemente, Nachbehandlung etc.  
Die Abstände zwischen Fertigteil und Außen (Ringanker) sind vom Fertigteilwerk nach DIN EN 1992-1 und Heft 400 rauh auszubilden! Der Beton ist bis zum Erhitzen vor Witterungseinflüssen zu schützen.  
Diese Zeichnung ist nur in Verbindung mit der geprüften Statik und sämtlicher zur Ausführung freigegebenen Planunterlagen aller Fachplaner, sowie durch Freigebervermerk gültig.  
Alle Maße sind vom Fertigteilwerk bzw. auf der Bauteilebene verantwortlich zu prüfen.  
Eventuelle Umänderungen sind dem Planfertiger oder der Bauleitung sofort mitzuteilen.  
Es sind nur die statisch relevanten Ausprägungen im Plan enthalten.  
Die Oberflächengüte des Fertigteils und des Aufbetons ist mit dem Bauberm abzustimmen.  
Bei der Baueinführung ist die DIN 1045-3 zu beachten!

**Einbau- und Zubehörteilliste**

Pos.	Menge	Einheit	Bezeichnung
1	3	Stück	JORDAHL Ankerschiene, JXA W38/23, L=1,6 m

**Beton- und Expositionsclassen**

Bauteile	Beton	Expositionsclassen		Betondeckung $d_{\text{nom}}$
		aus Bewehrungsabstände	aus Bewehrungstiefe	
Bodenplatte	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Wände	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Deckenplatte	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,5 cm
Fertigteile (umlaufend)	C 35/45 wu	XC2, XD3	XF2, WF, WA	5,0 cm

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenauszügen des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

Index/Art/Bezeichnung der Planänderung(en)	Datum	Planer/Koordinator
Die Überarbeitung dieses Planes mit der Tragwerksplanung sowie die Berücksichtigung der Eintragung (en) des AG wird bestätigt.	Die Überarbeitung dieses Planes mit der Bauleitung wird bestätigt.	
Ort, Datum	Ort, Datum	Ort, Datum
Unterschrift Auftraggeber	Unterschrift Auftraggeber	Unterschrift Auftraggeber

**GIBA** Gesellschaft für Ingenieurbau  
Planungs- und Bauleitung  
Anlagenbau  
Johannesstraße 100 | Tel. 04236 / 399 295  
44403 Münster | Fax 04236 / 399 296  
giba@giba-online.de | www.giba-online.de

**Dr. Födisch**  
Umweltmesstechnik AG

Projekt-Nr.	14033VK	Planung	Entwurf	Projekt-Nr.	2015-12-11	Bestand-Nr.	SB0025K2-00	Beschreibung	Lärm
Skala	1:25			Skala	1:25			Beschreibung	Lärm
Blatt-Nr.	A1			Blatt-Nr.	12b.2			Beschreibung	Reim
Blatt-Nr.	12b.2			Blatt-Nr.	12b.2			Beschreibung	Reim
Blatt-Nr.	12b.2			Blatt-Nr.	12b.2			Beschreibung	Reim

Integrierte Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz

Schal- und Bewehrungsplan  
Kanalelement mit Bewehrungsfenster

11.12.2015

**GIBA - Gesellschaft für Ingenieurbau**  
 Bauwerksinstandhaltung und Anlagenmanagement mbH  
 Zwenkauer Str. 159, 04420 Markranstädt  
 Tel.: 034205/200910 - Fax: 034205/200920  
 Bearbeiter: Ingenieurbüro Dipl.-Ing. F. Lärm  
 Tel: 0345/52 11 771



**RUNDSTAHL - STÜCKLISTE BSt 500 S,M (B)**

Projekt: Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Bsp. Energiepark Kulkwitz  
 Bauwerk: Kanal  
 Bauteil: Kanalelement mit Bewehrungsfenster  
 Plannr.: SB0025K2 -00  
 Datum: 11.12.2015

- 1 -

POS.	STÜCK	∅ (mm)	SCHNITTLÄNGE (m)	GEWICHT (kg)	GESAMTLÄNGE (m)
1	30	10	2,700	1,666	81,000
2	38	12	2,700	2,398	102,600
3	15	10	3,900	2,406	58,500
4	14	10	3,170	1,956	44,380
5	8	10	1,500	0,925	12,000
6	60	10	0,810	0,500	48,600
7	24	12	3,170	2,815	76,080
8	15	10	2,300	1,419	34,500
9	158	10	2,220	1,370	350,760
10	4	14	1,400	1,694	5,600
11	84	10	1,110	0,685	93,240
12	8	10	2,200	1,357	17,600
13	8	10	1,200	0,740	9,600
14	8	10	1,535	0,947	12,280
15	56	10	0,710	0,438	39,760
16	8	12	2,300	2,042	18,400
<b>GESAMTMENGE (BETONSTAHL BSt 500 S,M (B))</b>					
	(mm)	(kg/m)		(m)	(kg)
	10	0,617		802,220	494,969
	12	0,888		197,080	175,007
	14	1,210		5,600	6,776
<b>GESAMTGEWICHT</b>					<b>676,752</b>

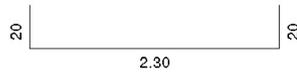
## BIEGELISTE

Projekt: Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Bsp. Energiepark Kulkwitz  
 Bauwerk: Kanal  
 Bauteil: Kanalelement mit Bewehrungsfenster  
 Plannr.: SB0025K2 -00  
 Datum: 11.12.2015

- 2 -

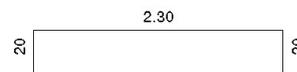
1 +

Anzahl : 30  
 ø : 10  
 Länge : 2,700



2 +

Anzahl : 38  
 ø : 12  
 Länge : 2,700



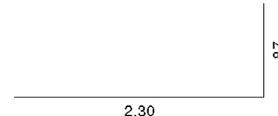
3

Anzahl : 15  
 ø : 10  
 Länge : 3,900



4

Anzahl : 14  
 ø : 10  
 Länge : 3,170



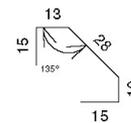
5

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 1,500



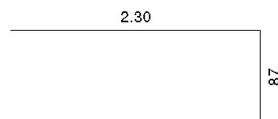
6

Anzahl : 60  
 ø : 10  
 Länge : 0,810



7

Anzahl : 24  
 ø : 12  
 Länge : 3,170



8

Anzahl : 15  
 ø : 10  
 Länge : 2,300



+ Biegeform verzerrt dargestellt

## BIEGELISTE

Projekt: Integrale Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Bsp. Energiepark Kulkwitz  
 Bauwerk: Kanal  
 Bauteil: Kanalelement mit Bewehrungsfenster  
 Plannr.: SB0025K2 -00  
 Datum: 11.12.2015

- 3 -

9 +

Anzahl : 158  
 ø : 10  
 Länge : 2,220



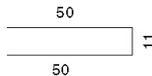
10

Anzahl : 4  
 ø : 14  
 Länge : 1,400



11

Anzahl : 84  
 ø : 10  
 Länge : 1,110



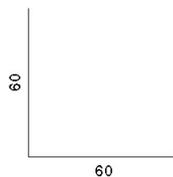
12

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 2,200



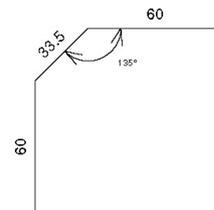
13

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 1,200



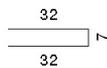
14

Anzahl : 8  
 ø : 10  
 Länge : 1,535



15

Anzahl : 56  
 ø : 10  
 Länge : 0,710



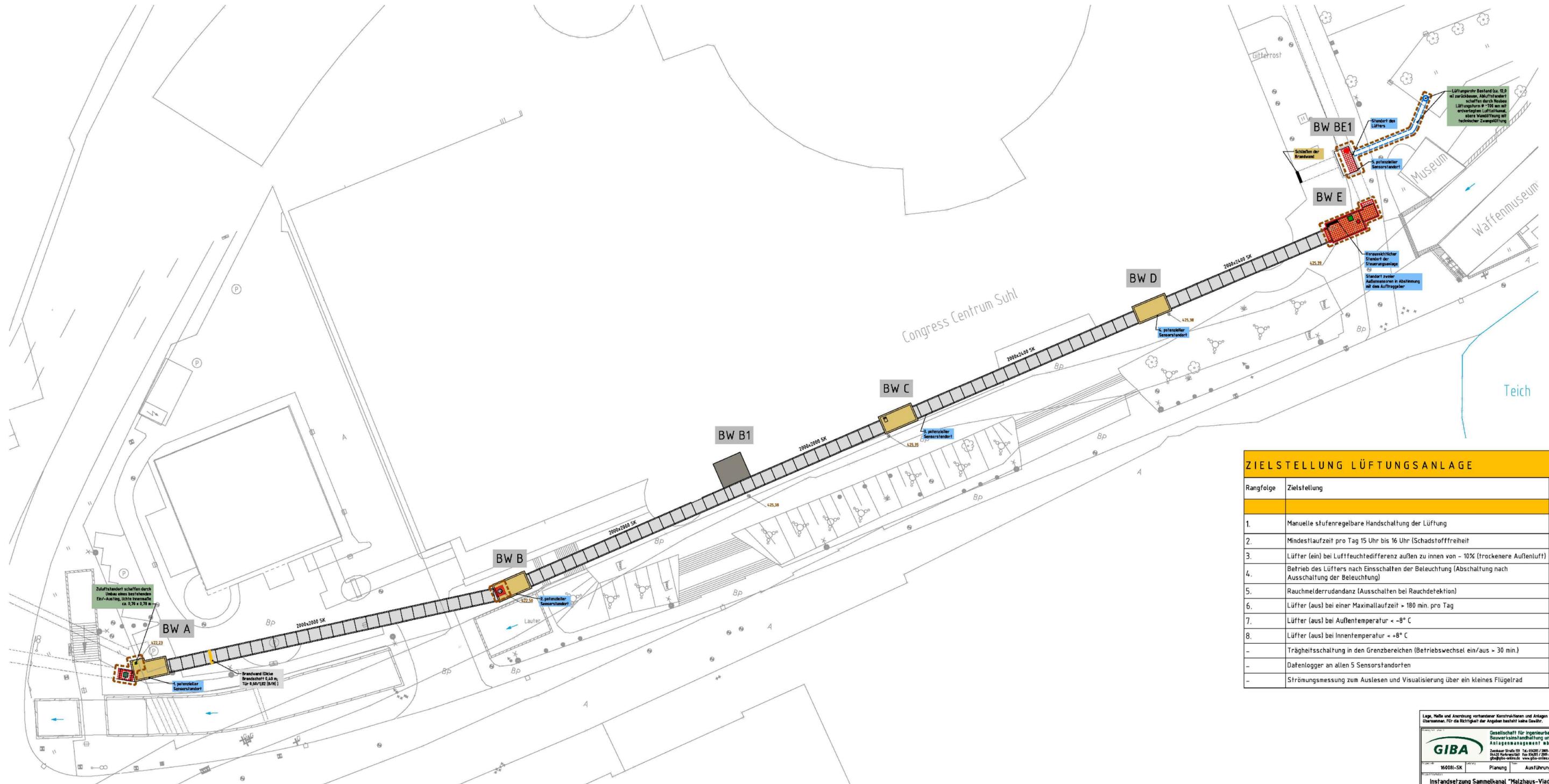
16

Anzahl : 8  
 ø : 12  
 Länge : 2,300



+ Biegeform verzerrt dargestellt

Lageplan Sammelkanalstrecke - Aufgabenstellung Lüftungssteuerung -



**LEGENDE LAGEPLAN**

- Stadt-/Grundkarte
- Flursiedlungsplan
- Gebäude/oberirdische bauliche Anlagen
- Böschung
- Treppe
- Bäume

**LEGENDE SCHACHTBAUSZYMBOLE**

- Degeblöcher Sammelkanal (SK) mit Bauwerk (BW)
- Lichte Maße Kanalquerschnitt B/H [mm]
- Ein-/Auslassschacht
- Bauwerksbezeichnung
- Brandwände (Bestand)
- Brandwände (Neubau)

**LEGENDE SCHACHTBAUSZYMBOLE**

- Neubaumaßnahmen, Funktionsschaffung
- Umbau-/Ersatzbaumaßnahmen, Funktionsänderung
- Erschließungs-/Ersparungsmaßnahmen, Funktionserhalt
- Rückbaumaßnahmen, Funktionsverfall ohne Maßnahme
- Gepunkte Baugrubengrenze
- Aufbauabstufung

**LEGENDE SCHACHTFUNKTIONEN**

- Schachtnummer (je Schacht)
- Ein- und Auslassschachthals
- Notausflugschachthals
- Montageflur/schachthals
- Lüftungschachthals

**ZIELSTELLUNG LÜFTUNGSANLAGE**

Rangfolge	Zielstellung	Schutzart	Sensor
1.	Manuelle stufenregelbare Handschaltung der Lüftung	Personenschutz	Sensorunabhängig
2.	Mindestlaufzeit pro Tag 15 Uhr bis 16 Uhr (Schadstofffreiheit)	Personenschutz	Sensorunabhängig
3.	Lüfter (ein) bei Luftfeuchtedifferenz außen zu innen von - 10% (trockenere Außenluft)	Baufenschutz	Alle Sensoren
4.	Betrieb des Lüfters nach Einschalten der Beleuchtung (Abschaltung nach Ausschaltung der Beleuchtung)	Personenschutz	Sensorunabhängig
5.	Rauchmelderrudanz (Ausschalten bei Rauchdetektion)	Personenschutz	Sensorunabhängig
6.	Lüfter (aus) bei einer Maximallaufzeit > 180 min. pro Tag	Betriebskosten	Sensorunabhängig
7.	Lüfter (aus) bei Außentemperatur < -8° C	Anlagenschutz	Sensor 1. und 5.
8.	Lüfter (aus) bei Innentemperatur < -8° C	Anlagenschutz	Sensor 1. und 5.
-	Trägheitsschaltung in den Grenzbereichen (Betriebswechsel ein/aus > 30 min.)	-	-
-	Datenlogger an allen 5 Sensorstandorten	-	-
-	Strömungsmessung zum Auslesen und Visualisierung über ein kleines Flügelrad	-	-

Lage, Maße und Anordnung vorhandener Konstruktionen und Anlagen wurden zum Teil aus Bestandszeichnungen und GIS-Kartenausgaben des AG übernommen. Für die Richtigkeit der Angaben besteht keine Gewähr.

**GIBA** Gesellschaft für Ingenieurbau, Bauwerks- und Anlagenmanagement mbH  
Zandauer Straße 10 | Tel. 036207 / 200-0  
03620 Zandauer | Fax 03620 / 200-20  
giba@giba-ml.de | www.giba-ml.de

**SBB** Sammelkanalbetriebs- und Beteiligungsgesellschaft Suhl mbH  
Friedrich-König-Straße 7 | 08527 Suhl

160081-SK	Planung	Ausführung	2016-05-13	L025003	Griebenow
Instandsetzung Sammelkanal "Malzhaus-Viadukt" - BW A bis E1 -			1:250	Schnurpfahl	
Lageplan Sammelkanalstrecke - Aufgabenstellung Lüftungssteuerung -			1 von 1	Rein	

Datum: 23. Februar 2017  
Projektorientierung: Nord



*Wir integrieren innovative Sensortechnologien  
und entwickeln Geräte zur  
Messung, Prüfung und Steuerung  
von gasförmigen und flüssigen Medien.*

---

Funktionsbeschreibung zur  
Klimaüberwachung und -steuerung  
für den Einsatz in Versorgungskanälen



## Inhalt

Allgemeine Beschreibung der Steuerung .....	2
Aufbau des Gesamtsystems .....	3
Betriebsarten.....	4
Normalbetrieb ( <i>Ablaufdiagramm, siehe Anhang</i> ).....	4
Instandhaltungsbetrieb ( <i>Ablaufdiagramm, siehe Anhang</i> ).....	5
Havarie-Betrieb .....	5
Datenaufzeichnung .....	5
Gerätespezifikationen und -bedienung.....	6
Abkürzungen und Bezeichnungen.....	7
Anhang Ablaufdiagramme.....	8
Normalbetrieb .....	8
Instandhaltungsbetrieb .....	9

## Allgemeine Beschreibung der Steuerung

*Mittels einer intelligenten Steuerung wird kontrolliert, bedarfsgerecht und somit auch energieeffizient ein aktives Durchlüften von Versorgungskanälen gewährleistet. Dabei werden sowohl Anlagen- als auch Personenschutz umfassend berücksichtigt. Das Gerät kann in verschiedenen Betriebsarten genutzt werden und erfasst mittels Sensoren die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen im Versorgungskanal und der Umgebung. Entsprechend den klimatischen Verhältnissen steuert es einen Abluftventilator in 3 vordefinierten Drehzahlstufen an.*

*Zusätzlich werden durch das Gerät die gemessenen Klimawerte sowie die Lüftungszustände über einen Zeitraum von 12 Monaten erfasst. Diese Daten können jederzeit ausgelesen und weiterverarbeitet werden. Folgenden Betriebsarten sind für die Steuerung vorgesehen:*

1. **Normalbetrieb** – Automatische Überwachung der Klimabedingungen im Innen- und Außenbereich mit zusätzlichen Sonderfunktionen. Der Normalbetrieb dient dem Schutz der Bausubstanz, Leitungen und Armaturen. Wenn die vorliegenden klimatischen Bedingungen für eine Reduzierung der Feuchtigkeit vorteilhaft sind, erfolgt eine minimale Grundlüftung mit etwa 0,16m/s. Die Grundlüftung folgt dem Prinzip der Stoßlüftung mit einem einstellbaren Puls-Pausen-Zyklus.
2. **Instandhaltungsbetrieb** – Erhöhte Lüftung während Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten. Da hier u.U. mit Lösungsmitteln gearbeitet wird und vermehrt Staub entstehen kann, erfolgt zum Personenschutz ein automatisches, kontinuierliches Durchlüften des Versorgungskanals in einer mittleren Lüftungsstufe. Dabei werden die klimatischen Bedingungen nicht berücksichtigt, sofern die Außentemperatur über 3°C liegt (Frostschutz).
3. **Havarie-Betrieb** – In dieser Betriebsart wird eine Intensivlüftung mit einer maximalen Ventilatoren Drehzahl durchgeführt. Diese Stufe kann manuell ausgewählt werden oder tritt in einer noch festzulegenden Sondersituation ein, z.B. Entrauchung.

## Aufbau des Gesamtsystems

Das Steuerungskonzept für den Versorgungskanal sieht zur Bewertung der klimatischen Verhältnisse 2 Fühler für das Außenklima und 5 Innenklimafühler vor. Neben der klimageführten Steuerung des Abluftventilators (Normalbetrieb), werden zur Aktivierung des Instandhaltungsbetriebes und des Havarie-Betriebes noch der Lichtschalter und ein Rauchmelder überwacht. Zur späteren Auswertung der Verhältnisse im Versorgungskanal wird ein zusätzlicher Strömungssensor angebracht. Die Messwerte von diesem Sensor werden mitprotokolliert, haben aber keinen Einfluss auf die Funktionsweise der Steuerung.

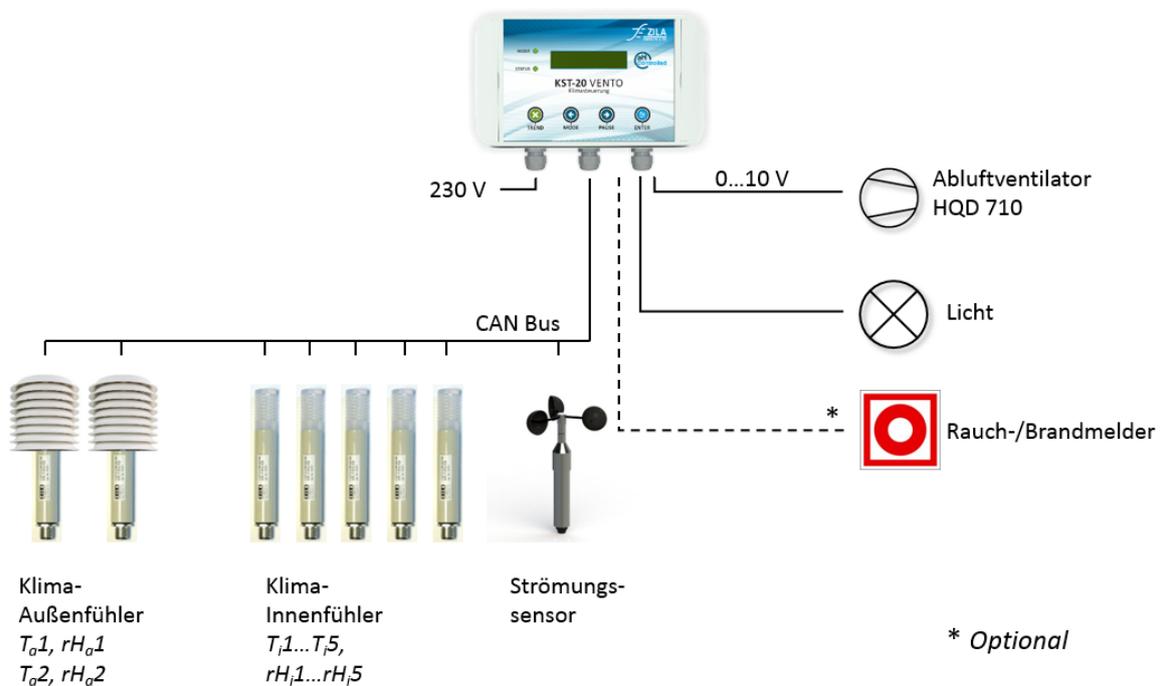


Abb. 1: Allgemeiner Aufbau des Steuerungssystems

\* Eine Rauchmelderdetektion ist möglich, aber nicht Gegenstand dieses Projektes. Bei Bedarf der Rauchmelderdetektion, ist die konkrete Umsetzung mit der örtlichen Feuerwehr abzustimmen.

## Betriebsarten

### Normalbetrieb (*Ablaufdiagramm, siehe Anhang*)

Für die Bewertung der Feuchtigkeitsverhältnisse dient die absolute Feuchte, die in  $\text{g}/\text{m}^3$  angegeben wird. Diese stellt ein Maß für den tatsächlichen Wasserdampfgehalt in der Luft dar und ist eine ideale Führungsgröße zur Bestimmung geeigneter Lüftungszeitpunkte zum Schutz der Bausubstanz und im Versorgungskanal befindlicher Kabel und Armaturen.

Durch den Vergleich der absoluten Feuchtigkeit für die Luft im Versorgungskanal und außerhalb des Kanals kann festgelegt werden, wann ein Entfeuchten des Sammelkanals erfolgen kann. Gleichzeitig wird ein unkontrolliertes Befeuchten verhindert, da keine feuchtere Außenluft in den Kanal eingebracht wird (verstärkt auftretend in den Sommermonaten).

Im Normalbetrieb arbeitet das Gerät die 3 Steuerfunktionen (Klima-Funktion, Frostschutz-Funktion, Zeit-Funktion) automatisch ab.

Die Hauptfunktion ist die **Klima-Funktion**, in der jeweils der höchste Wert für die absolute Feuchte innerhalb und außerhalb des Versorgungskanals ermittelt wird (maximale absolute Feuchte Innen =  $aHi_{\max}$ , maximale absolute Feuchte Außen =  $aHa_{\max}$ ). Der Lüfter wird nur dann in der kleinsten Lüftungsstufe (N) aktiviert, wenn der Wert für die absolute Feuchte außerhalb des Kanals mindestens  $0,2\text{g}/\text{m}^3$  „trockener“ ist, als die absolute Feuchte innerhalb des Versorgungskanals, d.h.  $(aHa_{\max} + 0,2\text{g}/\text{m}^3) < aHi_{\max}$ . Hierbei wird das bewährte Prinzip einer Stoßlüftung angewendet, d.h. ein Lüftungszyklus besteht aus einer Belüftungs- bzw. Entlüftungsperiode und einer Pausenperiode. In dieser effizienten Methode vermischt sich während der Pausenperiode die nachgeströmte trockenere Außenluft mit der Luft im Versorgungskanal. Danach erfolgt eine wiederholte Prüfung der Klimaverhältnisse und ggf. der nächste Lüftungszyklus. Die jeweilige Puls- ( $t_p$ ) und Pausenzeit ( $t_b$  – *time break*) kann am Gerät eingestellt werden. Die Werkseinstellung sind jeweils 30 Minuten.

Um ein Einfrieren der Leitungen und Armaturen zu verhindern, erfolgt mittels einer **Frostschutz-Funktion** eine regelmäßige Überwachung der Außentemperatur. D.h. die beiden Temperaturen der Außenfühler ( $T_{a1}$  und  $T_{a2}$ ) müssen jeweils größer als die vorgegebene Frostschutztemperatur ( $T_{fs}$ ) sein. Eine Lüftung wird während des Normalbetriebs nur ausgelöst, wenn diese Klimabedingung erfüllt ist.

Das Gerät besitzt eine Echtzeituhr, die für das Datenlogging und für zeitabhängige Funktionen (**Zeit-Funktion**) genutzt wird. Hierzu können am Gerät eine Maximallaufzeit des Lüfters pro Tag ( $t_{\max}$ ), sowie ein Zeitfenster für eine Mindest-Lüftung (Tagesaktivzeit mit  $t_{\text{ein}}$ ,  $t_{\text{aus}}$ ) eingestellt werden. Die Tages-Maximallaufzeit (Werkseinstellung sind 180 Minuten) soll die Geräuschbelastung so gering wie möglich halten, während die Tagesaktivzeit eine Mindest-Durchlüftung des Versorgungskanals sicherstellen soll. Grundsätzlich gelten diese Zeiten immer für einen Kalendertag, welcher mit 0:00 Uhr beginnt sowie für die Summe aller Lüftungen des Tages. D.h. wenn beim Erreichen der Tagesaktivzeit bereits die maximal erlaubte Lüftungsdauer erreicht ist, wird im Normalbetrieb nicht mehr gelüftet.

### Instandhaltungsbetrieb (Ablaufdiagramm, siehe Anhang)

Der Instandhaltungsbetrieb läuft grundsätzlich automatisch und berücksichtigt nicht bereits durchgeführten Lüftungen im Normalbetrieb, d.h. die Tagesrestlaufzeit wird im Instandhaltungsbetrieb ignoriert. Jedoch reduziert die Zeit der Lüftungen im Instandhaltungsbetrieb die Restlaufzeit für den Normalbetrieb.

Wird im Kanal das Licht eingeschaltet, wird auch die Lüftung, unabhängig von den Klimaverhältnissen aktiviert und läuft solange bis das Licht wieder abgeschaltet wird, aber nicht länger als die eingestellte „Nachlaufzeit bei Licht an“. Dabei erfolgt die Lüftung mit einer erhöhten Drehzahl des Ventilators (Lüftungsstufe I). Da die Klimaverhältnisse im Versorgungskanal und der Außenluft hierbei nicht überwacht werden, kann u.U. feuchtere Außenluft in den Kanal einströmen. Da dieser Fall für einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum auftritt, wird er vernachlässigt.

Bei Bedarf kann am Gerät eine geringere oder höhere Lüftungsstufe ausgewählt werden. Ein Zurücksetzen der Wahl der Lüftungsstufen auf „I“ erfolgt automatisch, sobald wieder in den Normalbetrieb gewechselt wird.

Wenn Frost-Schutz aktiv ist, wird keine automatische Lüftung im Instandhaltungsbetrieb durchgeführt. Sollte dennoch ein Luftwechsel erforderlich sein, lässt sich der Frostschutz durch einen manuell Lüftungsvorgang unterbrechen, welcher am Gerät auszulösen ist. In diesem Fall erfolgt die Lüftung für 15 Minuten mit der kleinsten Lüftungsstufe (Stufe N). Bereits durchgeführte Tages-Lüftungen haben keinen Einfluss auf diese Zeit.

### Havarie-Betrieb

Der Havarie-Betrieb stellt eine Notsituation dar, wie z.B. Feuer bzw. Rauch im Versorgungskanal. Die endgültige Lüftungsstrategie für diesen Fall ist noch festzulegen.

### Datenaufzeichnung

Zur Überprüfung der Betriebssituation im Versorgungskanal werden alle Messwerte aufgezeichnet (5 x Innenklima, 2 x Außenklima, 1 x Strömung, Lüfterzustand bzw. Lüfterstufe). Die Speicherung der Daten erfolgt entsprechend dem angegebenen Speicherzyklus (Werkseinstellung ist einmal pro Stunde). Der Speicher wird als Ringpuffer verwaltet, d.h. wenn der Speicher voll ist, überschreiben die jüngsten Daten die ältesten. Ein Löschen des gesamten Speichers ist nach Eingabe möglich. Die Daten können über WLAN ausgelesen werden.

## Gerätespezifikationen und -bedienung



Abb. 2:

Hauptgerät der Steuerung mit Anzeige (Tastenbezeichnungen sind beispielhaft und werden noch festgelegt)

### Geräteigenschaften

- Stromversorgung 230V AC
- Abmessungen 160 x 90 x 50mm LxHxB
- Gehäuse ASA+PC (UL94 V-0), flammwidrig
- Schutzart IP65
- Betriebstemperatur: 0...50°C
- Montageart Wandmontage

*(Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf das Hauptgerät der Steuerung, weitere Komponenten zur Signalaufbereitung wie CANOpen-Koppler können entweder im Versorgungskanal verteilt oder gemeinsam mit dem Hauptgerät in einen noch festzulegenden Schaltschrank untergebracht werden)*

Das Gerät besitzt eine LCD-Anzeige zur Darstellung der Klimawerte, Betriebsarten und Lüftungsstufen sowie den Einstellparametern. 2 LEDs zeigen den Betriebsmodus (Automatik / Manuell) und den Schaltzustand (Status) des Ventilators an. Über 4 Tasten lässt sich das Gerät einstellen und bedienen.

## Abkürzungen und Bezeichnungen

Beschreibung	Abkürzung	Werkseinstellung
<b>Klimawerte</b>		
Gemessene Temperatur	T	-
Gemessene relative Feuchte		-
Gemessene Temperatur und relative Feuchte der Klima-Innenfühler	T <sub>i</sub> 1...T <sub>i</sub> 5, rH <sub>i</sub> 1...rH <sub>i</sub> 5	-
Gemessene Temperatur und relative Feuchte der Klima-Außenfühler	T <sub>a</sub> 1...T <sub>a</sub> 2, rH <sub>a</sub> 1...rH <sub>a</sub> 2	-
Frostschutztemperatur Eingabewert in °C	T <sub>fs</sub>	5 °C
Berechnete Maximalwerte für Absolute Feuchte Innen und Außen	aHi <sub>max</sub> , aHa <sub>max</sub>	-
<b>Lüftungsstufen</b>		
Normalbetrieb – Grundlüftung [0,16m/s]),	Lüftungsstufe N	Bei Normalbetrieb und manuell ausgelöstem Lüften im Instandhaltungsbetrieb
Instandhaltungsbetrieb – erhöhte Lüftung	Lüftungsstufe I	Bei Instandhaltungsbetrieb
Havarie-Betrieb – Maximallüftung	Lüftungsstufe H	Noch festzulegen, kann im Instandhaltungsbetrieb gewählt werden
<b>Zeiten</b>		
Uhrzeit durch Echtzeituhr	t	-
Pulsdauer bei Normalbetrieb (Klima-Funktion)	t <sub>p</sub>	30 Minuten
Pausendauer bei Normalbetrieb (Klima-Funktion)	t <sub>b</sub>	30 Minuten
Tagesaktivzeit (Zeit-Funktion) Eingabe: Beginn/Ende Zeit	t <sub>ein</sub> , t <sub>aus</sub>	t <sub>ein</sub> = 15:00 Uhr t <sub>aus</sub> = 16:00 Uhr
Tages - Maximallaufzeit des Lüfters im Normalbetrieb	t <sub>max</sub>	t <sub>max</sub> = 180 Minuten
Summenzeit aller aktiven Lüfterphasen	t <sub>an</sub>	-
Berechnete Restlaufzeit Lüfter	t <sub>rest</sub>	(t <sub>rest</sub> = t <sub>max</sub> – t <sub>an</sub> )
Nachlaufzeit bei Einschalten Licht für Instandhaltungsarbeiten	t <sub>nach</sub>	480 Minuten
Zeit für manuelle Lüftung während Frostschutz im Instandhaltungsbetrieb	t <sub>manu</sub>	15 Minuten

(-) Gemessene bzw. berechnete Werte

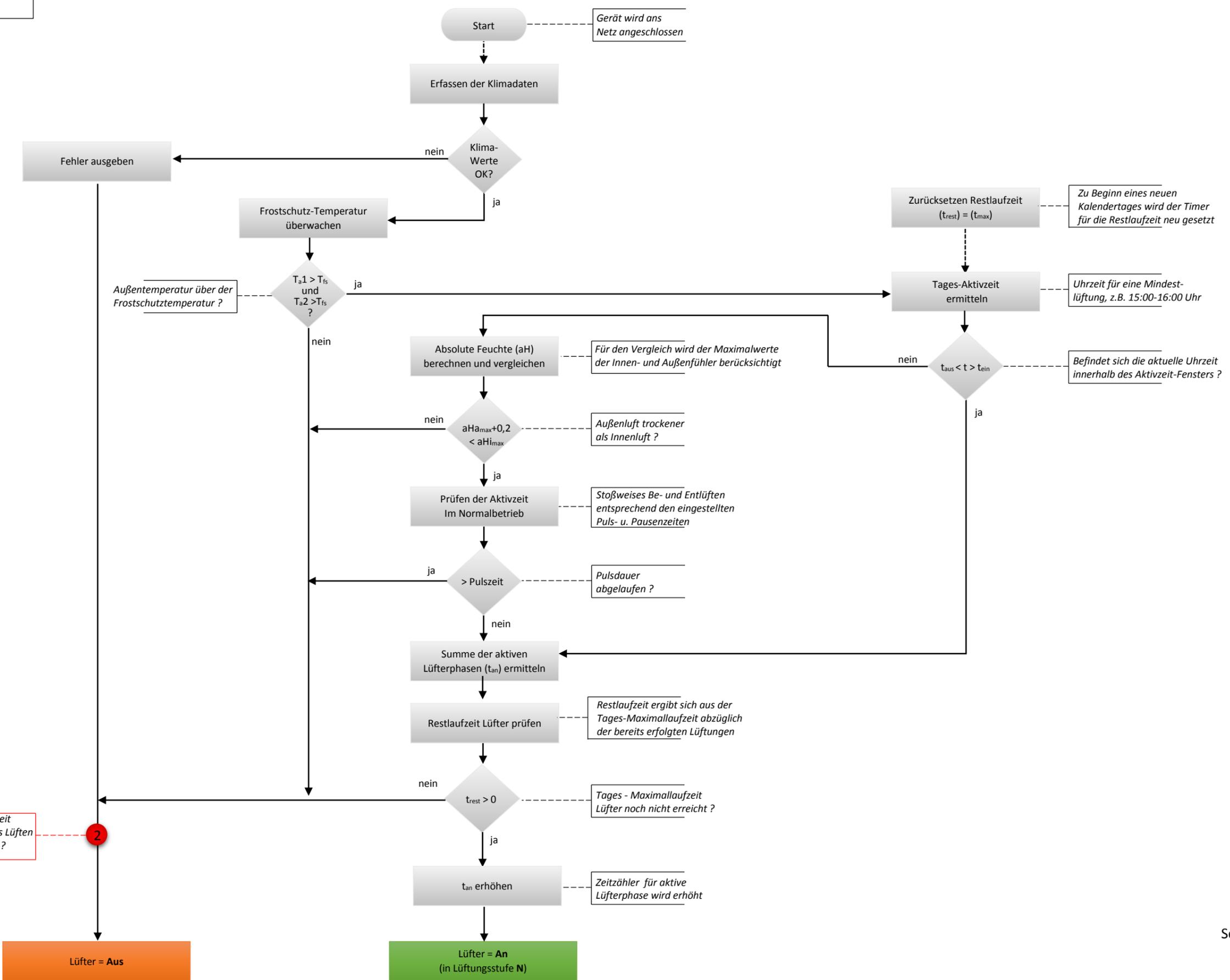
**1 Normalbetrieb**

Steuerung läuft in einem festgelegten Zeittakt

Frostschutz-Funktion

Klima-Funktion

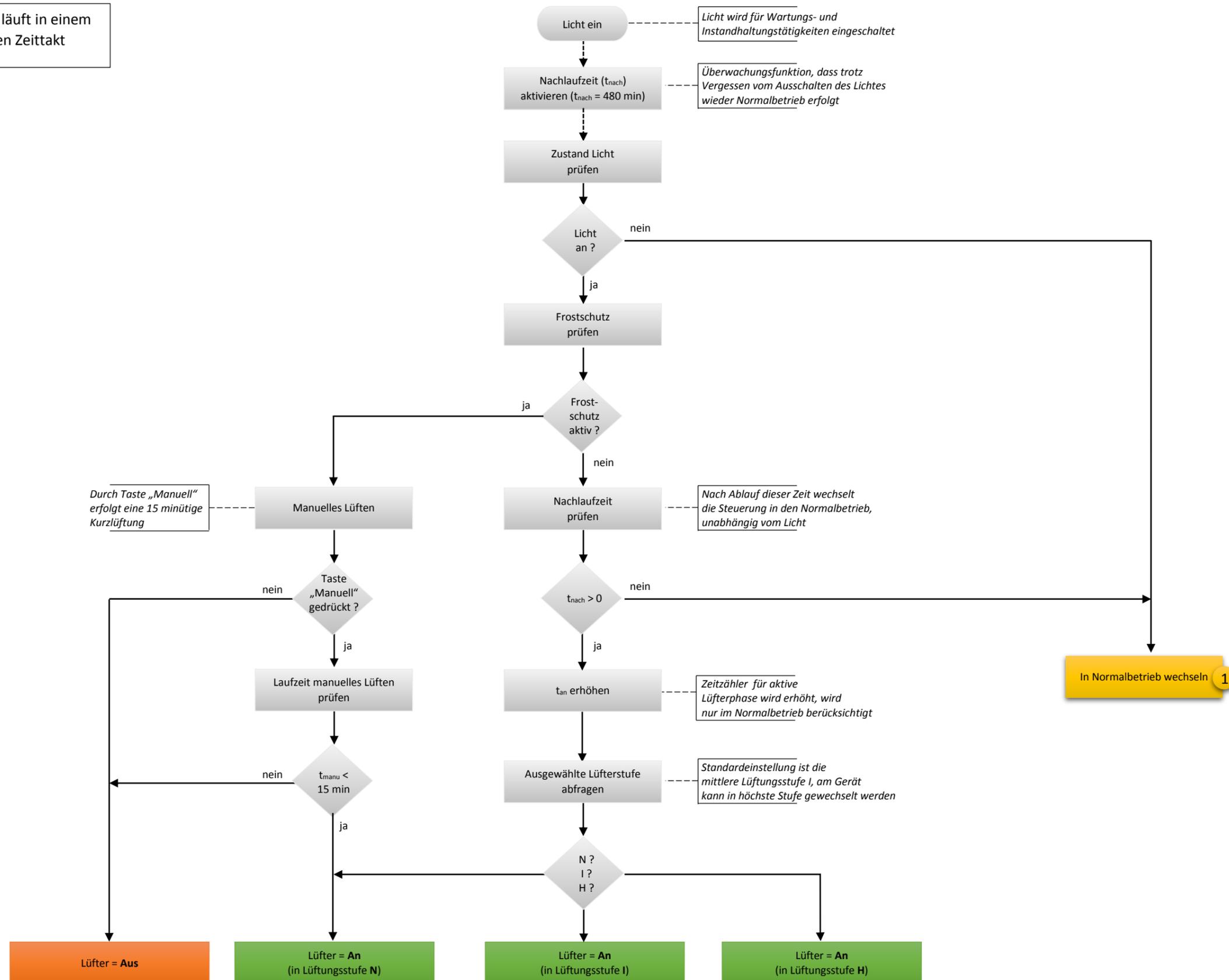
Zeit-Funktion



Trotz Fehler, Ablauf der Maximallaufzeit sowie Frostschutz, muss ein manuelles Lüften möglich sein / Instandhaltungsbetrieb?

2

Steuerung läuft in einem festgelegten Zeittakt

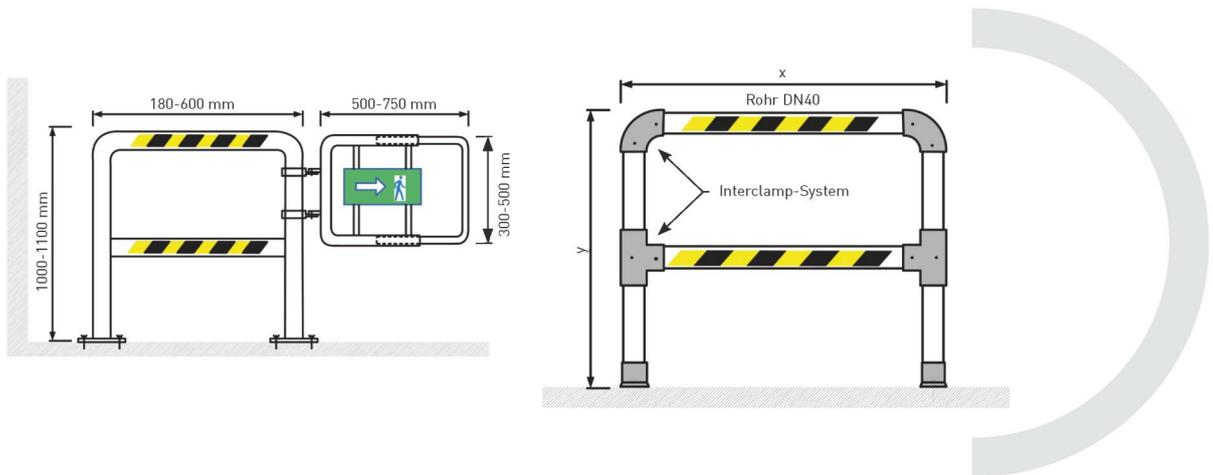


## Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen



### SICHERHEITSBÜGEL

mit Absturzsicherung, geschraubt oder geschweißt



#### Einsatzbereich

Dieses Produkt dient der Sicherung und Trennung von Gefahrenstellen zum Beispiel in Arbeitsräumen, Bediengängen sowie Flucht- und Rettungswegen. Den Sicherheitsbügel gibt es in zwei Varianten, geschraubt oder geschweißt. Er ist kombinierbar mit einer Absturzsicherung. Diese dient insbesondere vor Absturz an Sohlspingen.

#### Technische Daten

- Bügel mit Knielauf aus Rohr DN40 Stahl S235 JR verzinkt nach DIN EN ISO 1461, Höhen und Breiten sind variabel
- Absturzsicherung mit selbstschließender Funktion, rechts oder links öffnend
- Maximale Breite 750 mm
- Befestigung mittels Einschlaganker oder Klebesystem M12 in Edelstahl V2a oder V4a
- » Voraussetzung des Untergrundes zur Befestigung ist Mauerwerk oder Beton C25/35. Randabstände sind einzuhalten.

#### Individualisierung

- Individuelle Anpassung der Sicherheitsbügel auf Kundenwunsch
- Optional für die zusätzliche Sicherheit Warnmarkierungsband zur Markierung feststehender Gefahrenstellen nach DIN 67510 sowie Sicherheitskennzeichnung nach DIN EN ISO 7010

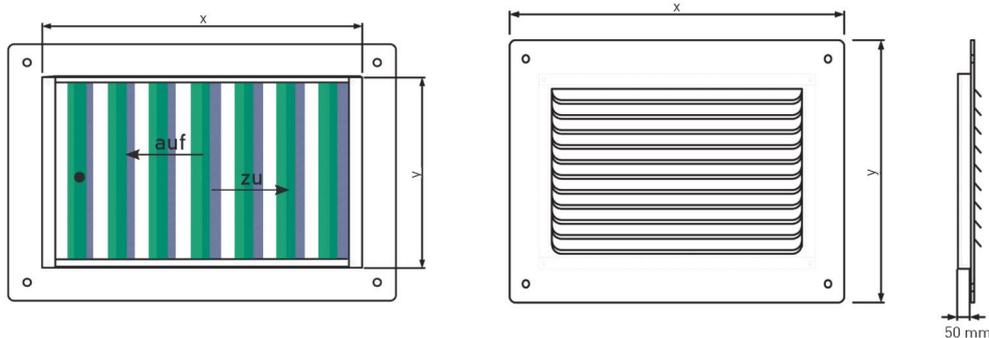


## Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen



### LÜFTUNGSJALOUSIE

- regulierbar



#### Einsatzbereich

Dieses Produkt ist für die Regelung des Luftstromes in Zu- und Abluftbauteilen einsetzbar und ergänzt das Produkt horizontal gleichläufiger Lamellen in Regelklappen. Es zeichnet sich durch platzsparenden Aufbau aus.

Der Luftdurchlass ist manuell regulierbar. Durch das horizontale Verschieben des Einsatzes ist die Lüftungsjalousie als aufgesetzte Variante für den Innen- und Außenbereich einsetzbar.

#### Technische Daten

- Rahmen aus Stahl verzinkt nach DIN EN ISO 1461
- Öffnungswinkel der Lamellen liegt zwischen 20° - 40°
- Regelbarer Einsatz bestehend aus Edelstahl V2a in 1.4301
- Kleintierschutzgitter Maschenweite 10 x 10 mm
- » Voraussetzung des Untergrundes zur Befestigung mittels Einschlaganker oder Klebesystem ist Mauerwerk oder Beton C25/35. Randabstände sind einzuhalten.

#### Individualisierung

Dieses Produkt ist auch in Edelstahl V2a oder V4a erhältlich und wird auf Kundenwunsch angefertigt, daher sind Größen und Materialien wählbar.

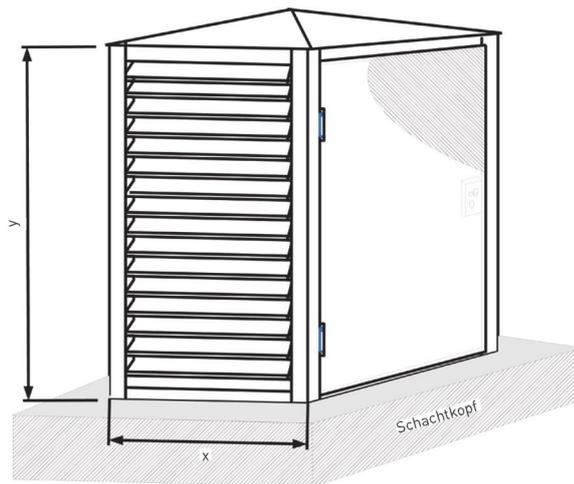


## Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen



### KOMBIHAUBE

- geschraubt



Kombihaube  
geschraubt,  
Stahl verzinkt nach  
DIN EN ISO 1461

#### Einsatzbereich

Dieses Produkt ist eine Kombination aus regelbarer Zu- oder Abluftöffnung und einer Notausstiegsfunktion für begehbare Versorgungskanäle. Die Tür ist von innen von der Steigleiter einhändig leicht zu öffnen.

#### Technische Daten

- Kombihaube bestehend aus einzelnen Bauteilen geschraubt
  - Material aus Stahl S235 JR verzinkt nach DIN EN ISO 1461
  - Lüftungsfeld mit Z-Profil-Lamellen geschraubt und Kleintierschutzgitter
  - manuell horizontal regelbare Lüftungsjalousie aus Edelstahl in V4a 1.4571
  - Befestigung mittels Einschlaganker oder Klebesystem M10 in Edelstahl V2a 1.4301
- » Voraussetzung des Untergrundes zur Befestigung ist Mauerwerk oder Beton C25/35. Randabstände sind einzuhalten.

#### Individualisierung

- Höhen und Breiten werden auf Kundenwunsch nach Maß gefertigt
- Farbgebung der Ansichtsflächen für optische Anpassung in RAL oder DB Farbtönen.

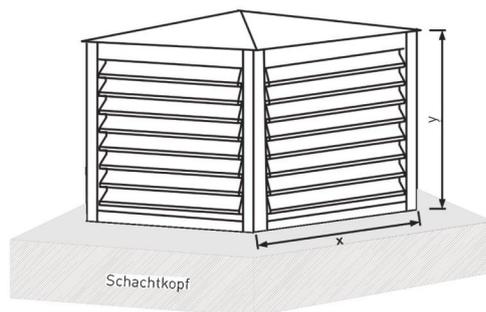


## Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen



### LÜFTUNGSHAUBE

- geschraubt



#### Einsatzbereich

Dieses Produkt eignet sich für größere Lüftungsquerschnitte bei Lüftungsschächten oder Deckenöffnungen. Es ist konzipiert für die Be- und Entlüftung von begehbaren Versorgungskanälen. Es zeichnet sich durch seine robuste Bauart aus.

#### Technische Daten

- Lüftungshaube bestehend aus einzelnen Bauteilen geschraubt
  - Material aus Stahl S235 JR verzinkt nach DIN EN ISO 1461
  - Lüftungsfeld mit Z-Profil-Lamellen und Kleintierschutzgitter verschraubt
  - Befestigung mittels Einschlaganker oder Klebesystem M10 in Edelstahl V2a 1.4301
- » Voraussetzung des Untergrundes zur Befestigung ist Mauerwerk oder Beton C25/35. Randabstände sind einzuhalten.

#### Individualisierung

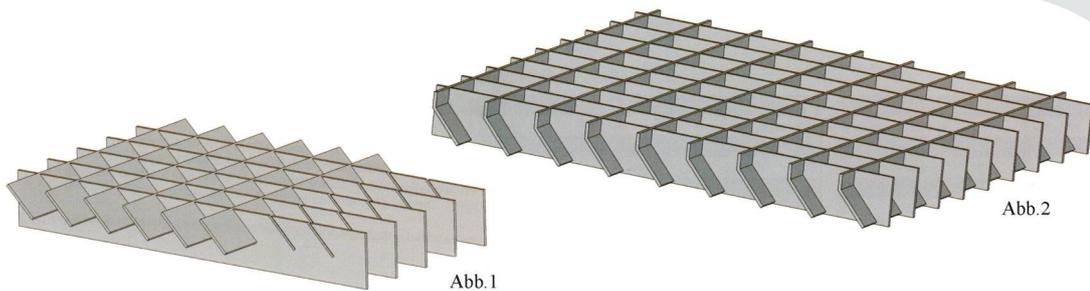
- Höhen und Breiten werden auf Kundenwunsch nach Maß gefertigt
- Farbgebung der Ansichtsflächen für optische Anpassung in RAL oder DB Farbton



Einbauten zum Betrieb  
von Versorgungskanälen



## JALOUSIE-PRESSROST VP JALOUSIE-PRESSROST



### Einsatzbereich

Dieses Produkt zeichnet sich durch seine große Anwendungsvielfalt aus. Es findet nicht nur als Bodenbelag bei Brücken, Laufstegen und Übergängen Verwendung, sondern dient auch als horizontales und oberflächengleiches Lüftungsgitter mit teilweiser Rückhaltung von Schmutz und Nässe.

### Technische Daten Jalousie Pressrost (Abb.1)

- Material aus S235 JR verzinkt nach DIN EN ISO 1461
  - Füllstäbe können im Winkel von 15°, 30° oder 45° eingepresst werden
  - bei Tragstab 2 mm stark 30-50mm hoch und bei 3 mm 30-100 mm hoch
- » Bei der Planung ist zu beachten, dass die Füllstablänge nur bis 1.500 mm hergestellt werden kann.

### Technische Daten VP Jalousie Pressrost (Abb.2)

- Material aus S235 JR verzinkt nach DIN EN ISO 1461
  - Winkel des Füllstab ist wählbar
  - Tragstab 2-3 mm stark und 25-50 mm hoch
  - erhöhte Rutsicherheit bei Ausklinkung des Tragstabes im oberen Bereich möglich
- » Bei der Planung ist zu beachten, dass die Füllstablänge nur bis 1.250 mm hergestellt werden kann.

### Individualisierung

Das Produkt wird auf Kundenwunsch nach Maß gefertigt. Auf Anfrage auch in Edelstahl oder Aluminium erhältlich. Die Verkehrslasten der Jalousieroste werden für den jeweiligen Einsatzort berechnet.

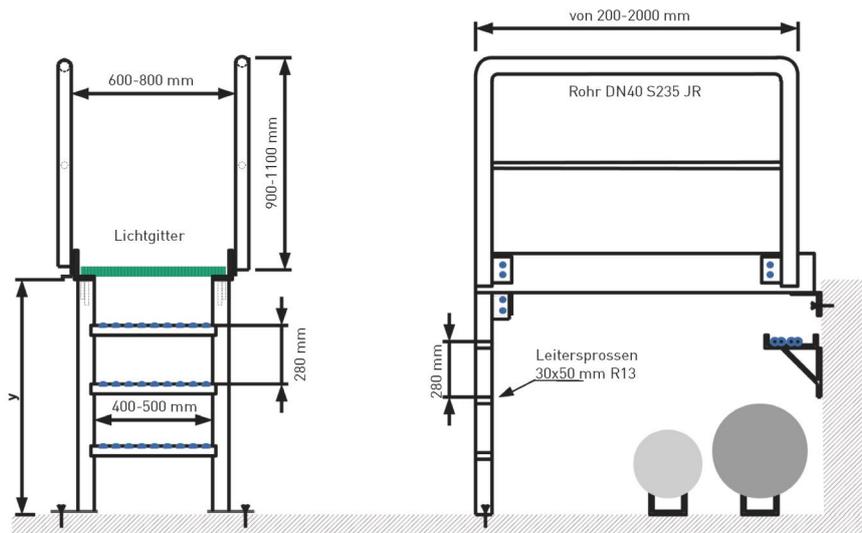


## Einbauten zum Betrieb von Versorgungskanälen



### ÜBERSTIEG MIT PODEST

- geschweißt



#### Einsatzbereich

Dieses Produkt dient dem sicheren Überqueren von Rohrleitungen oder Kabeltrassen an Sohlprüngen sowie bei Versatz von Bauteilen. Durch die geschraubte Bauweise ist eine einfache Montage auch in engen Räumen möglich.

#### Technische Daten

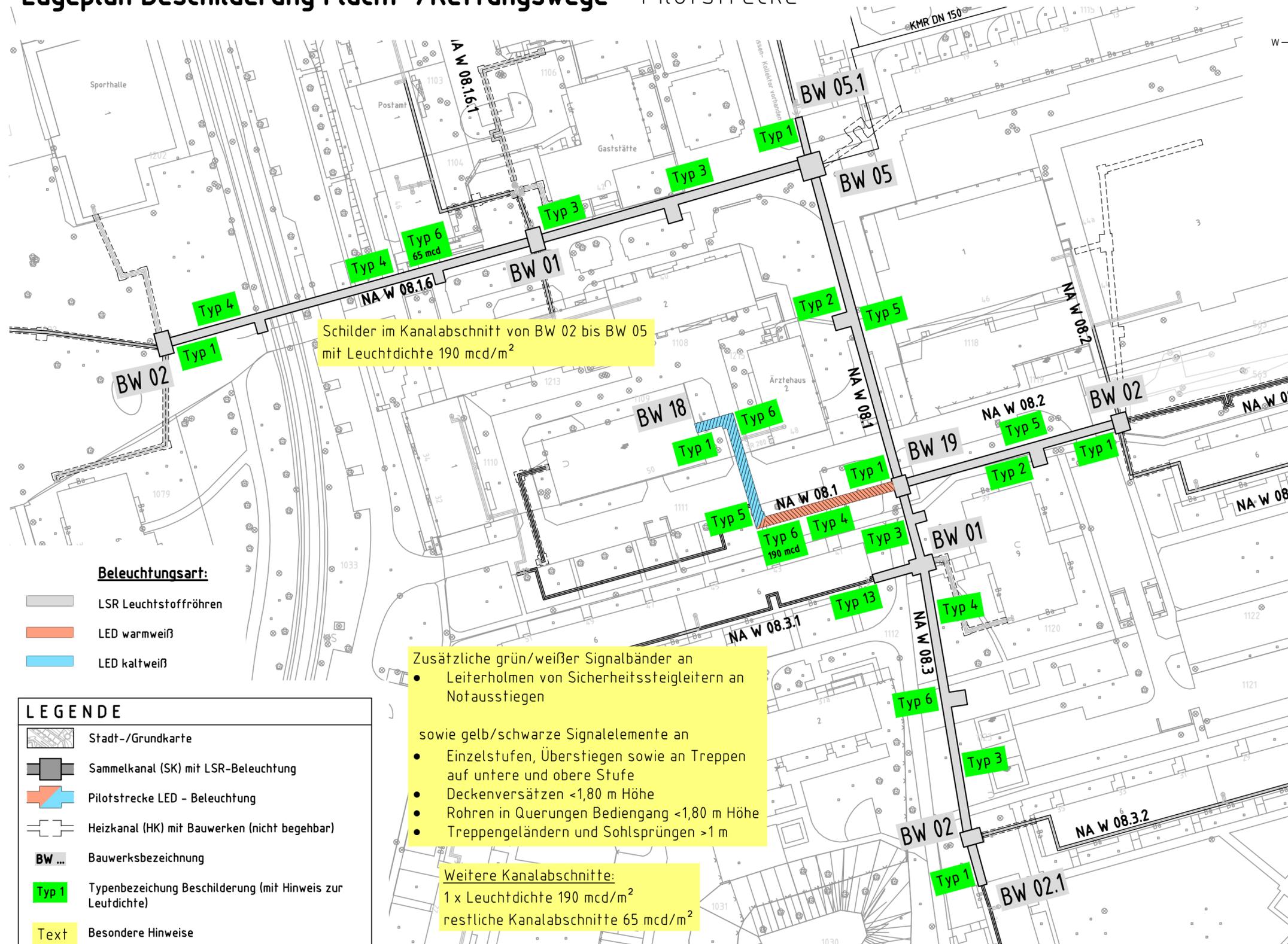
- Stahl verzinkt nach DIN EN ISO 1461
- Bauweise in Anlehnung der DIN 18799-1, ausgestattet mit einer Absturzsicherung bei höherem Versatz ab 1,0 m
- Podestfläche aus Gitterrost
- Übergang aus Tränenblech
- Befestigung mittels Einschlaganker oder Klebesystem M10
- » Voraussetzung des Untergrundes zur Befestigung ist Mauerwerk oder Beton C25/35. Randabstände sind einzuhalten.

#### Individualisierung

- Größen und Art des Produktes nach Kundenwunsch
- Optional erhältlich mit Warnmarkierungsband an den Stirnseiten zur Markierung feststehender Gefahrenstellen gemäß DIN 67510 sowie Sicherheitskennzeichnung nach DIN EN ISO 7010



# Lageplan Beschilderung Flucht-/Rettungswege - Pilotstrecke -



Schilder im Kanalabschnitt von BW 02 bis BW 05 mit Leuchtdichte 190 mcd/m<sup>2</sup>

Zusätzliche grün/weißer Signalbänder an  
 • Leiterholmen von Sicherheitssteigleitern an Notausstiegen

sowie gelb/schwarze Signalelemente an  
 • Einzelstufen, Überstiegen sowie an Treppen auf untere und obere Stufe  
 • Deckenversätzen <1,80 m Höhe  
 • Rohren in Querungen Bediengang <1,80 m Höhe  
 • Treppengeländern und Sohlsprüngen >1 m

Weitere Kanalabschnitte:  
 1 x Leuchtdichte 190 mcd/m<sup>2</sup>  
 restliche Kanalabschnitte 65 mcd/m<sup>2</sup>

**Beleuchtungsart:**  
 LSR Leuchtstoffröhren  
 LED warmweiß  
 LED kaltweiß

LEGENDE	
	Stadt-/Grundkarte
	Sammelkanal (SK) mit LSR-Beleuchtung
	Pilotstrecke LED - Beleuchtung
	Heizkanal (HK) mit Bauwerken (nicht begehbar)
<b>BW ...</b>	Bauwerksbezeichnung
<b>Typ 1</b>	Typenbezeichnung Beschilderung (mit Hinweis zur Leuchtdichte)
<b>Text</b>	Besondere Hinweise

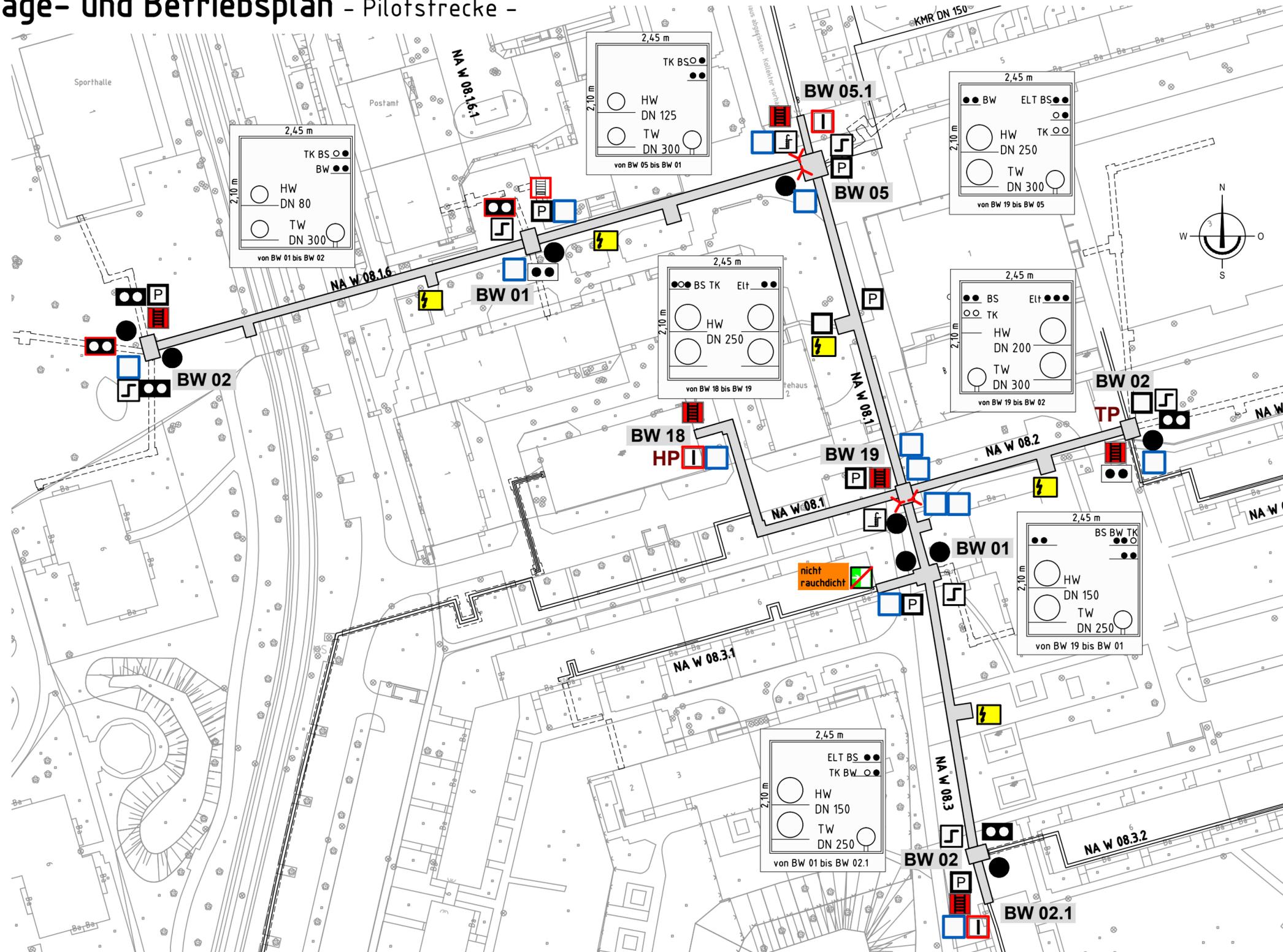
## LEGENDE ZUR BESCHILDERUNG DER FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE

Typ	Anzahl ges.	Art	Größe L x B in cm	Symbol	Bezeichnung
1	6	Fahnschild	67 x 20		Notausstieg
1 a	0	Flachschild	67 x 20		Notausstieg
1 b	0	Flachschild	67 x 20		Notausstieg
2	2	Winkelschild	40 x 20		Flucht- und Rettungsweg, beidseitig
2 a	0	Winkelschild	40 x 20		Flucht- und Rettungsweg, zwei in eine Richtung
3	4	Winkelschild	40 x 20		Flucht- und Rettungsweg, rechts / zurück
4	4	Winkelschild	40 x 20		Flucht- und Rettungsweg, links / zurück
5	3	Flachschild	40 x 20		Flucht und Rettungsweg, nach rechts
6	4	Flachschild	40 x 20		Flucht- und Rettungsweg, nach links
7	0	Flachschild	47 x 20		Notausgang, rechts
8	0	Flachschild	47 x 20		Notausgang, links
9 a	0	Flachschild	60 x 20		Flucht- und Rettungsweg über Leiter
9 b	0	Flachschild	60 x 20		Flucht- und Rettungsweg über Treppe
10	0	Flachschild	40 x 20		Treppe rückwärts begehen
11	0	Flachschild	20 x 20		Absturzgefahr
12	0	Flachschild	∅ 20		Zutritt für Unbefugte verboten
13	1	Flachschild	40x20		Kein Notausgang
14	0	Flachschild	67 x 20		Notausgang
15	0	Flachschild	67 x 20		Notausgang

TYPENBEZEICHNUNG IM PLAN ZUR POSITION VOR ORT UNGENAU  
 TYP 2 - 4 IM WINKEL CA. 90° ZUEINANDER

	Integrative Planung eines begehbaren Versorgungskanals am Beispiel des Energieparks Kulkwitz	Plandatum: 2016-11-21
		Maßstab: 1 : 1000
		Anlage: 22

# Lage- und Betriebsplan - Pilotstrecke -



## LEGENDE AUSSTATTUNG:

- Einstieg (nur mit Spezialgerät zu öffnen)
- Ein- und Ausstieg mit Notausstiegsfunktion und Zusatz **Notausstieg** wenn vollständig ausgebildet
- Montagehilfsöffnung (oberflächengleich)
- Montageöffnung (oberflächengleich)
- Trennwand mit Tür (feuerhemmend, mit Schloss)
- Brandwand mit Brandschutztür
- Trennwand (ohne Tür) mit Zusatz **Brandwand** wenn gekennzeichnet
- Tür (kein Fluchtweg)
- Gittertür (mit Schloss)
- Zugang über Treppe
- Lüftungsöffnung (ohne Jalousie)
- Lüftungsöffnung (mit Jalousie)
- Lüfter
- Z** für Zuluft
- A** für Abluft
- Lüftersteuerung
- Pumpensumpf / Tiefpunkt
- Pumpensumpf mit Pumpe
- Wassermelder
- Bodeneinlauf
- Sohlniveauänderung (ab 1 m)
- Leitern, Überstiege und Kurtreppen
- HP** Hochpunkt im Kanalabschnitt
- TP** Tiefpunkt im Kanalabschnitt
- Bediengang eingeschränkt
- Betriebsstrom - Unterverteilung
- Betriebsstrom - Hauptverteilung

## TRASSEN-BEZEICHNUNG:

- Stadt-/Grundkarte
- Begehbarer Sammelkanal mit Bauwerken
- Heizkanal (HK) mit Bauwerken (nicht begehbar)
- KMR-Leitung
- BW 05** Bezeichnung Bauwerk
- NAWS11.2** Bezeichnung Netzabschnitt
- Heizkanal offen
- Trennwand Heizkanal nicht rauchdicht
- Trennwand Heizkanal rauchdicht
- Straßenverlauf (Zufahrten)
- Stellfläche Feuerwehr
- Unterflurhydrant
- Oberflurhydrant
- Text** Besondere Hinweise

## LEGENDE BELEGUNGSSCHEMA:

- Belegungsschema von BW bis BW und lichte Innenmaße
- HW** Heizwasserleitung (primär, sekundär)
- TW** Trinkwasserleitung
- ELT** Kabel für Nieder- und Mittelspannung
- BS** Kabel für Betriebsstrom
- TK** Kabel für Telekommunikation
- BW** Brauchwasser/Betriebswasser
- DN** Nennweitenangaben
- a.B.** außer Betrieb

**Ohne Benennung: Leitungsart unklar**  
**Angaben zum Leitungsbestand unvollständig.**

An allen Einstiegen/Zugängen sowie auf der Kanalstrecke sind Taster für Beleuchtung und Steckdosen vorhanden.

## Anhang A24: Betriebskosten zur Unterhaltung begehbare Versorgungskanäle

Kostenartenverzeichnis zum Betrieb, zur Instandhaltung und Verwaltung			
Nr.	Kurztitel (Kostenart) Langtext (Leistungen)	Kostenstelle	
		intern	extern
1	<b><u>Inspektionen</u></b>		
1.1	<b>Sichtprüfung der baulichen Hüllkonstruktionen</b>  Einfache Sichtprüfung der baulichen Hülle mit Protokollierung in Anlehnung an das AGFW Merkblatt FW 437, einschl. aller Bauteile sowie Fugen, Wand-, Decken- und Montageschächte, Pumpensämpfe, Abflussrinnen, Einläufe, Betonstufen auf Feuchtezustand, Ablagerungen, Korrosion, Risse und statische Relevanz (Erfassung und Klassifizierung nach vorgegebenen Datenblatt; ggf. Leistungen Dritter).		
1.2	<b>Sichtprüfung der betrieblichen Einrichtungen</b>  Sichtprüfung aller betrieblichen Einrichtungen wie sämtliche Stahleinbauten, einschl. Kabeltraversen, Betriebsstromanlage, einschl. RCD-Schutz / Beleuchtung, Beschilderungen und Kennzeichnungen, Schutzeinrichtungen, Schließanlage sowie Mess-/Regeleinrichtungen auf festen Sitz, Beschädigungen, Korrosion oder Ausfall; dazu Nachweisführung der Mangel- bzw. Schadensbehebung nach Formblatt des AG.		
2	<b><u>Reinigungsarbeiten</u></b>		
2.1	<b>Oberflächenreinigung</b>  Reinigung aller Kanalsohlen (besenrein), Rinnen und Sohleinläufe (mattfeucht), Kabelpritschen und (Mantel-)rohren (ablagerungsfrei) sowie Deckenräume, Decken- und Lüftungsschächte bzw. -rohre (webfrei);		
2.2	<b>Schädlingsbekämpfung</b>  Organisation, Durchführung und Abnahme von Leistungen der Schädlingsbekämpfung (u. a. Köderauslegung / Kadaverbeseitigung) in Anlehnung an DIN EN 16636 (ggf. Leistung Dritter).		
3	<b><u>Wartungsarbeiten</u></b>		
3.1	<b>Wartung fester und beweglicher Stahleinbauten</b>  Funktionsprüfung; schmieren, ölen, befestigen, biegen, richten, anstreichen aller Stahlbauteile an Deckel, Türen, Schließanlagen, Hebel, Leitern, Stufen, Podeste, Tritte, Bügel, Klappen, Jalousien, Gitterroste, Geländer, Rückenschutz sowie sonstige Kleinbauteile mit Arbeitsnachweis auf Ortsbezug; Wechsel von Gasdruckfedern an Deckeln; Stahlfedern in Absperrbügel oder Dichtgummis an Türen.		
3.2	<b>Wartung Betriebsstromanlage</b>  Prüfung RCD-/FI-Schutz, Befestigen von Kleinbauteilen in- und außerhalb von Schaltanlagen, Wechsel von Dosen, Schalter und Leuchtmittel, einschließlich Wannenkörper und Kabel bzw. Kabelschutzrohren ( <i>Leistungsvorgaben nach Ausrüstungsnormativ des AG</i> ).		

3.3	<b>Wartung Entwässerungsanlage</b> Reinigen von Zuläufen, Pumpensämpfen und Kontakten, Beheben von Steuerhängeln, Wechseln von Halterungen, Schwimmer, Sensoren und defekten Pumpen (mit Einkaufspreisen), einschl. wiederholten Funktionsprüfungen und Dokumentation.		
3.4	<b>Wartung der Schließanlagen</b> Funktionsprüfung von Schließanlagen, ölen, befestigen oder Austausch von Schlossgarnituren und Schlüsseln einschl. mechatronischer Komponenten, Schlüssel- und Ersatzteilverwaltung.		
3.5	<b>Wartung der Lüftungsanlage</b> Betrieb der Lüftungsanlage (technische und natürliche Lüftung) - Relegung nach Lüftungsregime, Wartung und Reparatur mechanischer Bauelemente und Sensoren sowie der Elt-Versorgung		
3.6	<b>Korrosionsschutzarbeiten</b> Kleinteilige Reinigung korrosiver Metalloberflächen (Sa 2,5), Korrosionsschutzanstriche, u.a. an Stützenfüßen. Wechseln / Verschrauben / Verschweißen einzelner Winkelbleche und Flacheisen.		
3.7	<b>Wartung der MSR - Anlage (z.B. Wassermelder, Zutrittsüberwachung ...)</b> Betrieb und Wartung der MSR - Anlage (mechanisch / sensorisch), Funktionsprüfung, Reinigung und Austausch von Bauelementen, Fehlermeldung und Organisation der Behebung.		
4	<b><u>Reparaturarbeiten</u></b>		
4.1	<b>Reparatur und Austausch von Schildern und Sicherheitskennzeichnungen</b> Wechsel der Beschilderung und Sicherheitskennzeichnung, einschl. Zubehör; Bevorratung von Materialien, einschl. Unterstützungselemente (Stützen, Winkelbleche etc.)		
4.2	<b>Reparatur von Schutzpotential- und Erdungsanlage</b> Austausch und Ergänzung von Bandstahl / Rundprofile und Verankerungen; Kleinteilige Reparaturen durch Befestigen loser Ausgleichsleiter, Korrosionsschutz an Befestigungen und Erdungsleiter.		
4.3	<b>Schutzausrüstung / Arbeitsmittel</b> Vorhalten, pflegen, Funktionserhalt und Betriebsbereitschaft von Geräten, Werkzeugen und Ausrüstung gemäß Listen ( Art, Menge) einschl. Fremdreparaturen.		
5	<b><u>Instandsetzung und Erneuerung</u></b>		
5.1	<b>Instandsetzung der baulichen Hüllkonstruktionen (von innen oder außen)</b> Abdichtung von Fugen und Flächen, Instandsetzung / Ersatz von Bauelementen, Korrosionsschutz und Reprofilierung an Bauteilen.		

5.2	<b>Erneuerung / Modernisierung von Anlagen- und Bauteilen</b> Ertüchtigung der baulichen Anlage, u.a. durch Neubau von Ein- und Ausstiegs-, Lüftungs- oder Montageschächten, Erneuerung der Betriebsstrom- Entwässerungs- oder Lüftungsanlage; Einbau von Lager- und Unterstützungskonstruktionen (Kabelpritschen, Stützen und Halterungen), Komplettierung von Sicherheitseinrichtungen, Verbesserung des Baulichen Brandschutzes durch Einbau von Brandwänden und Schottungen.		
5.3	<b>Überwachung von Leistungen Dritter</b> Freigabe, Begleitung, Überwachung und Dokumentation von Leistungen Dritter in den Kanälen (Instandhaltung, Verlegung und Rückbau von Leitungen, Instandhaltung der baulichen Hülle, Ertüchtigung betrieblicher Einrichtungen).		
5.4	<b>Beseitigung von Schäden nach Betriebsstörungen</b> Bereitschaftsdienst, Beseitigung von Betriebsstörungen (z. B. nach Überflutung), Schäden nach Unfällen oder durch Dritte (Vandalismus).		
6	<b><u>Verwaltung</u></b> Kosten- und Bilanzrechnung, Lohnbuchhaltung, Beschaffung, Lagerhaltung		
6.1	(Werkzeuge, Kleinmaterial), Betriebs- und Bestandsdokumentation, Planung und Budgetierung.		
6.2	Vertragswesen, Versicherung, Rechnungsprüfung, Nutzentgelte / Mieten, Qualitäts- und Sicherheitsmanagement, Betreuung Leitungseigentümer / Kontakte Kommune.		

Aufgabenstellung zum Neubau bzw. zur Ertüchtigung / Modernisierung			
Nr.	Inhalte (Stichworte)	intern	extern
1	<b>Beurteilungsgrundlagen</b>		
1.1	<b>Fachrechtliche Grundlagen</b> Aufzählung/Prüfung der rechtlichen Grundlagen sowie zutreffender Fachstandards; Klärung der Einbeziehung Dritter: Grundstücks- und Gebäudeeigentümer, Genehmigungsbehörden, Feuerwehr, Versicherer.	X	
1.2	<b>Projekt- und Bestandsunterlagen</b> Aufzählung/Prüfung aller vorliegenden Unterlagen (bei Neubau mindestens Entwurfsplanung; Konstruktionsunterlagen, Lage-, Betriebs- und Einsatzpläne für Bestandsbauten); bereits vorliegende Konzepte und Urfassungen; Abgrenzung zur Gefährdungsbeurteilung (insbesondere Flucht- und Rettungswege).	X	
1.3	<b>Fachliche Eignung</b> Zeugnisse und Zertifikate zum Fachpersonal, Referenzen zur Facharbeit des Bieters;		X
2	<b>Objektbeschreibung</b>		
2.1	<b>Lage</b> Lage der baulichen Anlage im Siedlungsgebiet, Entfernungen zu Verkehrsanlagen und sonstige Infrastruktur, Grünflächen, Ausdehnung, Aufteilung, etc.	X	
2.2	<b>Technische Ausrüstung / Belegung / Installation</b> Darstellung der Belegungen innerhalb der baulichen Anlage, spezifische Brandlastermittlung sowie Brandsimulationsberechnungen nach Erfordernis, Betriebsstromanlage (Störungsmanagement, Redundanz), MSR - Anlage (Instandhaltung, Komplettierung), Schnittstellen zu benachbarten Gebäuden und Anlagen.	X	
2.3	<b>Lüftung</b> Gestaltung und Bestandteile der Anlage, Längen, Topografie, Querschnitte, Strahlungswärme, Temperaturdifferenzen, Richtungsänderungen, Reibungs- und Strömungsverluste, Volumenstrom, Funktion von Lüftungsbauteilen, Luftströmungs- und Rauchausbreitungsbedingungen	X	
2.4	<b>Nutzung</b> Beschreibung der aktuellen Nutzung der baulichen Anlage	X	
2.5	<b>Risikobewertung / -analyse</b> Prüfung der Gefährdungsbeurteilung einschl. Wechselwirkungen hinsichtlich Lüftung, Brandschutz, Klärung und Bewertung Brandentstehungsgefahren, Brandszenarien, Ausbreitungsgeschwindigkeiten, Belegungsdichten der Medien, Prüfung und Wertung Explosionsschutzdokument nach Erfordernis		X
2.6	<b>Darstellung der Schutzziele</b> Definition der bauordnungsrechtlichen und spezifischen Schutzziele. konkrete Umsetzungen erfolgen in den Unterpunkten.		X

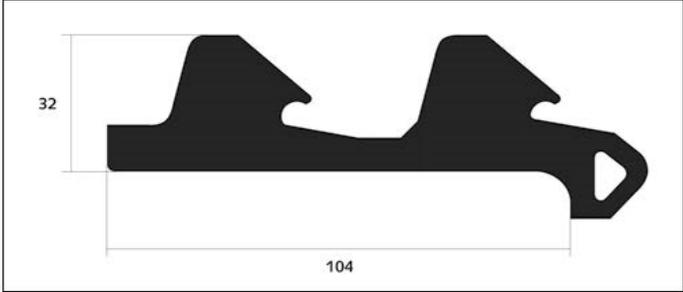
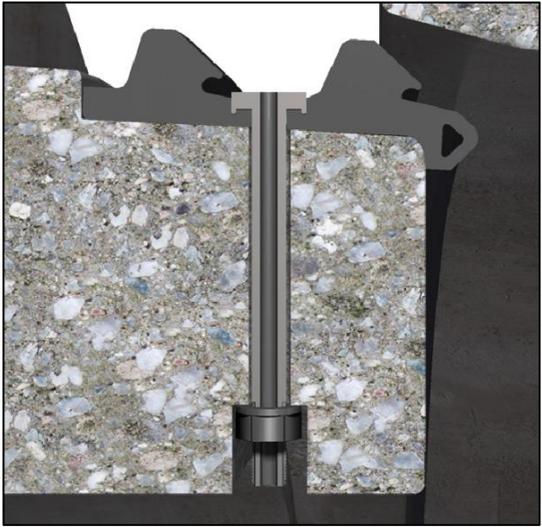
3	<b>Baurechtliche Einordnung</b> Klärung der bauordnungsrechtlichen Einordnung der baulichen Anlage		X
4	<b>Flucht- und Rettungswegkonzept</b> Gewährleistung Personenschutz, Angaben zu Rettungswegausbildung, Rettungsweg-längen und -breiten, Einschränkungen bei Flucht- und Rettungswegen, Anordnung von Ein- und Ausstiegsschächten mit Notausstiegsfunktionen		X
5	<b>Baulicher Brandschutz</b>		
5.1	<b>Konstruktion</b> Beschreibung der Bauweise, Konstruktion der baulichen Anlage, Zugänglichkeiten, Brennbarkeit von Baustoffen, Feuerwiderstand von Bauteilen (Wände, Decken, Fugen, etc.), Zustand von Trennwänden (Brandwänden), Vorschläge zur Verbesserung des Brandschutzes der baulichen Hüllkonstruktion bzw. Erläuterung von Kompensationsmaßnahmen	X	X
5.2	<b>Brand-/Lüftungsabschnitte</b> Auslegung von Brand- und Lüftungsabschnitten, Festlegungen zu Abschnittslängen, Art der Trennung der Abschnitte untereinander, Ausführungsvorgaben zu Brandwänden und Brandsperren, Öffnungen in Brandwänden, etc.		X
6	<b>Anlagentechnischer Brandschutz</b>		
6.1	<b>Rauchabzugs-/Wärmeableitungsanlagen</b> Prüfung des Lüftungskonzeptes, Darstellung von Zu- und Ablufteinrichtungen, Vorgaben zur Rauchfreihaltung, Steuerung technischer Lüftungsanlagen im Brandfall, Luftströmungs- und Rauchausbreitungsbedingungen		X
6.2	<b>Alarmierungskonzept, Brandmeldeanlage</b> Klärung der Anforderungen/Notwendigkeit einer Alarmierungseinrichtung und deren Funktionsweise, Querverweise zum organisatorischen Brandschutz, Erfordernis Brandmeldeanlage		X
6.3	<b>Flucht- und Rettungswegkennzeichnung</b> Vorgaben zur Kennzeichnung hinsichtlich Materialien, Standorte, Abgleich mit Lage- und Einsatzplänen, stationäre Grund- und Notbeleuchtung		X
6.4	<b>Technische Ausrüstung / Belegung / Installation</b> Zustand von Kabel- und Rohrschotten, Prüfung der eingesetzten Materialien und Erzeugnisse nach allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfanforderungen bzw. Prüfung für den Einzelfall, Angaben zum Funktionserhalt von sicherheitsrelevanten Anlagen, Überspannungsschutz, Freischaltung etc.	X	X
6.5	<b>Lüftungskonzept</b> Bewertung des Lüftungskonzeptes (Planungsstand) einschl. Einbeziehung der Gefährdungsbeurteilung, Umsetzung des Lüftungsregimes, Luftströmungsmessungen in Abhängigkeit von Betriebszuständen (Witterung, Rauchausbreitung), Einhaltung von Prüf- und Inspektionsintervallen, Instandhaltungsplanung		X
7	<b>Organisatorischer Brandschutz</b>		
7.1	<b>Brandschutzordnung</b> Klärung der Erfordernis/Notwendigkeit einer Brandschutzordnung nach DIN 14096 welche auf Besonderheiten der baulichen Anlage eingeht		X
7.2	<b>Brandschutzbeauftragter</b> Klärung der Erfordernis/Notwendigkeit eines Brandschutzbeauftragten, Benennung	X	X

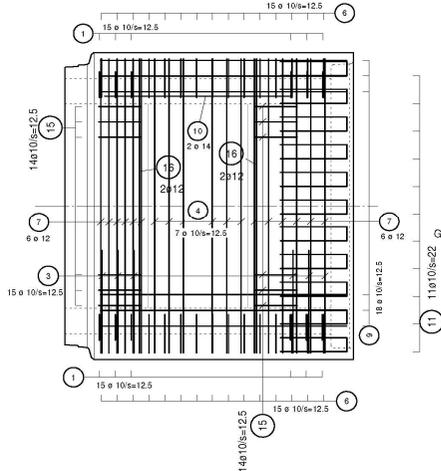
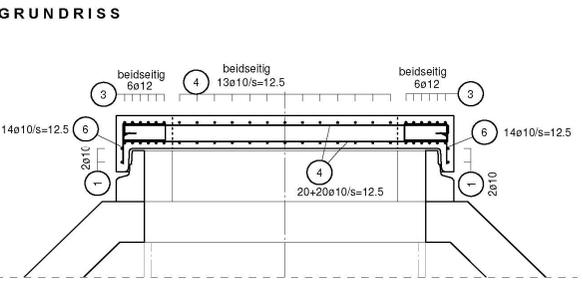
7.3	<b>Unterweisung, Persönliche Schutzausrüstung (PSA)</b> Festlegungen zu Unterweisung von Wartungspersonal sowie externer Mitarbeiter hinsichtlich Besonderheiten der baulichen Anlage in der Betriebsordnung, Arbeitsschutzrechtlicher und Unfallverhütungsvorschriften, Zustand und Vollständigkeit der PSA	X	X
7.4	<b>Flucht- und Rettungspläne</b> Aktualisierung der Betriebsordnung, einschl. aller Planunterlagen, hier maßgebend Lage- und Einsatzpläne der baulichen Anlage, ggf. Beschilderungspläne	X	X
8	<b>Abwehrender Brandschutz</b>		
8.1	<b>Feuerwehr und deren Alarmierung</b> Klärung der verantwortlichen Feuerwehr, einschl. Abstimmungen zu weiteren Anforderungen in Betriebsdokumenten	X	X
8.2	<b>Feuerwehrpläne</b> Schnittstellen Betriebsplan / Lage- und Einsatzplan zu Feuerwehreinsatzplan, Flächen für die Feuerwehr, Hydranten, Schlüsseldepot, etc.		X
8.3	<b>Taktische Besonderheiten</b> Aussagen hinsichtlich Brandschutz- und Rettungsübung, Zugänglichkeit im Brandfall, Freisaltung vorhandener Medien, Personenrettung, Brandbekämpfung, Löschwasser, einschl. deren Rückhaltung		X
9	<b>Ergebnisse des Lüftungs- und Brandschutzkonzeptes</b>		
9.1	<b>Maßnahmen zur Verbesserung der Lüftung und des Brandschutzes</b> Schlussfolgerungen für weiterführende Maßnahmen. Umsetzung Lüftungsregime, Wechselwirkung natürliche / technische Lüftung, betriebliche Ausstattung, Belegungsänderung, Einbau brandlastmindernder Materialien, Brandmeldeanlage und Lüftersteuerung, Vorhaltung / Wartung PSA und Geräte, Instandhaltungsplanung, Rauchschutz gegenüber Anliegern, Schnittstellen zur Betriebsordnung, zum Sicherheitskonzept und zur Gefährdungsbeurteilung.		X
10	<b>Fortschreibung und Kontrolle</b> Zyklen, Aktualisierungen, Einbeziehung Dritter (Leitungs-, Grundstückseigentümer, Kommune), Stand der Technik, kurzfristig sich anschließende bauliche Maßnahmen.	X	X

Anmerkungen:

nach Vorgabe AG

**Kennblatt A26/01: Prüffähige und nachträglich abdichtbare Fugenkonstruktionen von Stb.-Fertigteilen**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Rationelle Elementefügung, Anpassen der Fugendichtung im Nutzungszeitraum	(alle Maße in mm)
Ausgangssituation	Für den Lastfall "drückendes Wasser" nach DIN 18195 sind Fertigteilfugen im Vergleich zu Abwasseranlagen als <b>dauerhaft und hygienisch dicht</b> auszulegen (verlegte Trinkwasserleitungen, Gesundheitsschutz bei Aufenthalt).	
Abgrenzung	Für Fugen von Neubaukonstruktionen in offener Bauweise, nicht für Ortbetonbauteile, nicht für Kanalstrecken im Rohrvortrieb, kein nachträglicher Einbau möglich	
Beschreibung	Fugen zwischen Kanalelementen können umlaufend eine Gesamtlänge von 9 -12 m besitzen, bei unterschiedlichen Einwirkungen auf Decken-, Wand- und Sohlfugen. Ein spezielles Doppelkeil-Dichtungsprofil auf Elastomerbasis wird auf die Spitzenschulter des Kanalelementes werk- oder baustellenseitig aufgespannt. Im Beton eingelassene Ventile ermöglichen jederzeit die Druckprüfung mit Wasser sowie die nachträgliche Füllung mit einem Reaktionsharz oder Acrylatgel (ggf. wiederholbar). Die eingesetzten Stoffe sind beständig gegen Abwässer und erfüllen die Anforderungen der FBS-Qualitätsrichtlinie.	<p data-bbox="1487 842 1939 874"><i>Detail Dichtungsprofil Doppelgleitkeil</i></p>  <p data-bbox="1451 1442 1984 1474"><i>Bild Doppelkeildichtung auf Spitzenschulter</i></p>
Partner / Erstanwender	<b>HABA Beton JB KG</b> als Fertigteilhersteller mit <b>DS Dichtungstechnik</b> als Lieferanten (Einsatzfälle für Regenwasserstaukanäle bekannt, nicht für Versorgungskanäle) Ansprechpartner: Herr Graf (HABA Beton), Herr Griebenow (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine zusätzliche Fugenabdichtung von außen notwendig (Vermeidung Tie<sup>2</sup> au)</li> <li>• Prüfung und nachträgliche Füllung ohne Tie<sup>2</sup> au möglich,</li> <li>• Verlängerung des Instandsetzungszyklen von Betonbauteilen.</li> </ul>	

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Erhaltung der Standsicherheit bei nachträglichen Bauteilöffnungen	<p><b>ANSICHT</b></p>  <p><i>Bewehrungsfenster im Kanalelement</i></p> <p><b>GRUNDRISS</b></p>  <p><i>Bewehrungsfenster im Wanddeckel</i></p>
Ausgangssituation	Für Hausanschluss- oder abzweigende erdverlegte Leitungen (z. B. zusätzliche Abnehmer oder bei Energieträgerwechsel) kann bisher die bauliche Hülle aufgrund statischer Zwänge nicht großflächig durchbrochen werden.	
Abgrenzung	Startbaugrube außerhalb des Versorgungskanals bei grabenlosem Leitungsbau, Bauteilöffnung (Kernbohrung) von innen; Kanalschluss mit Tiefbau	
Beschreibung	Der <b>nachträgliche Anschluss erdverlegter Rohrleitungen</b> oder eines Kanalbauteils darf keine wesentlichen Auswirkungen auf das Gesamttragwerk haben. Die Standsicherheit der Stb.-Wandscheiben wird durch ein "inneres" Rahmensystem der statisch relevanten Bewehrung gewährleistet. Das dabei gebildete "Bewehrungsfenster" als zulässige Durchdringungsfläche (oberflächlich markiert) enthält nur die Mindestbewehrung im Sinne der Rissbreitenbegrenzung. Es wurde der Einsatz von Kunststofffaser verstärkten Wandscheiben untersucht. Die statische Beurteilung der Materialeigenschaften wirkt jedoch restriktiv .	
Partner / Erstanwender	<b>Dr. Födisch AG</b> als Erstanwender für den Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz ggf. Anwendung bei Erneuerung / Erweiterung oder an Endbauwerken von Dükern Ansprechpartner: Herr Lärm ( <b>Baustatik Frank Lärm Halle/Saale</b> ), Herr Griebenow	
Umwelt - / Nutzungscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nachträgliche Einbindung von Leitungen auch über grabenlose Verfahren,</li> <li>• Einbindung größerer Nennweiten ohne Einschränkung der Standsicherheit,</li> <li>• minimierter Tiebau und geringer Einfluß auf Stadtökologie und Anwohner.</li> </ul>	

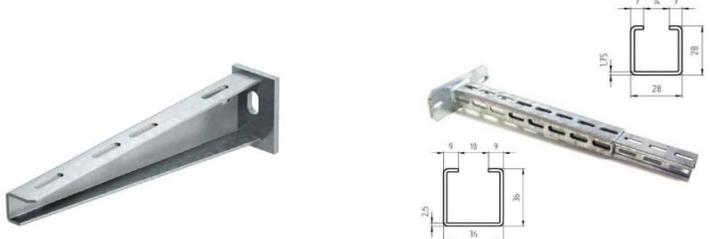
**Kennblatt A26/03: Fertigteilsortiment für Lüftungs- und Notausstiegsschächte**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)																																																																																																																																																								
Zielkriterien	Verbesserung der Dauerhaftigkeit durch modulare Anpassung an OFG	<p><b>Schnitt A - A</b>          Schachtdecke mit Einstieglöffnung (Schachtdecke Neu) and Schachtdecke mit Einstieglöffnung (Schachtdecke Bestand)</p> <p><b>Schnitt B - B</b>          Regelfall für die Spannrichtung der Schachtdecke and 3-Stranggehänge für Transport und Montage</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Höhe Schachteinstieg H<sub>st</sub> (mm)</th> <th colspan="4">Rahmen</th> <th colspan="2">Fugenmörtel 1)</th> </tr> <tr> <th>TYP SHR 100 G = 14,8 kg (Stück)</th> <th>TYP SHR 150 G = 223 kg (Stück)</th> <th>TYP SHR 200 G = 296 kg (Stück)</th> <th>TYP SHR 500 G = 74,2 kg (Stück)</th> <th>Lagerfugen (Stück)</th> <th>Gesamt 2) (dm<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>270</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>320</td><td>-</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>370</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>-</td><td>1</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>430</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>580</td><td>-</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>710</td><td>-</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>580</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>-</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>640</td><td>-</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td><td>3</td><td>16,0</td></tr> <tr><td>670</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>1</td><td>5,3</td></tr> <tr><td>740</td><td>-</td><td>1</td><td>2</td><td>-</td><td>3</td><td>16,2</td></tr> <tr><td>780</td><td>1</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>830</td><td>-</td><td>1</td><td>-</td><td>1</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>880</td><td>-</td><td>-</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> <tr><td>940</td><td>1</td><td>1</td><td>-</td><td>1</td><td>3</td><td>16,1</td></tr> <tr><td>990</td><td>-</td><td>2</td><td>-</td><td>1</td><td>3</td><td>16,1</td></tr> <tr><td>1040</td><td>-</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>3</td><td>16,1</td></tr> <tr><td>1090</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>16,1</td></tr> <tr><td>1150</td><td>-</td><td>3</td><td>-</td><td>1</td><td>4</td><td>21,5</td></tr> <tr><td>1180</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>2</td><td>2</td><td>10,6</td></tr> </tbody> </table> <p>Weitere Höhen und Rahmenkombinationen entsprechend den Bauprojektangaben.          1) Zementmörtel MG III          2) Gesamtmenge des Lagerfugenmörtels ohne Fugentoleranzen und Streuverluste. Zwischenmaße sind in den Mörtelfugen auszugleichen.          3) s. Seite 1.3.34.1 ff</p> <table border="1"> <tr> <td>DREWAG 2009</td> <td>Konstruktionsrichtlinie Fernwärmeleitungen</td> <td>Teil 1.3.3</td> </tr> <tr> <td>Werknorm Fernwärme FW 5</td> <td>Schächte / Schachteinstieg Schachthalssolelemente 700 x 700 aus Stahlbeton / für nicht tagwasserdichte Schachtdeckungen</td> <td>Seite 1.3.312</td> </tr> </table>	Höhe Schachteinstieg H <sub>st</sub> (mm)	Rahmen				Fugenmörtel 1)		TYP SHR 100 G = 14,8 kg (Stück)	TYP SHR 150 G = 223 kg (Stück)	TYP SHR 200 G = 296 kg (Stück)	TYP SHR 500 G = 74,2 kg (Stück)	Lagerfugen (Stück)	Gesamt 2) (dm <sup>3</sup> )	270	1	-	-	-	1	5,3	320	-	1	-	-	1	5,3	370	-	-	1	-	1	5,3	430	1	1	-	-	2	10,6	580	-	2	-	-	2	10,6	710	-	1	1	-	2	10,6	580	-	-	2	-	2	10,6	640	-	3	-	-	3	16,0	670	-	-	-	1	1	5,3	740	-	1	2	-	3	16,2	780	1	-	-	1	2	10,6	830	-	1	-	1	2	10,6	880	-	-	1	1	2	10,6	940	1	1	-	1	3	16,1	990	-	2	-	1	3	16,1	1040	-	1	1	1	3	16,1	1090	-	-	2	1	3	16,1	1150	-	3	-	1	4	21,5	1180	-	-	-	2	2	10,6	DREWAG 2009	Konstruktionsrichtlinie Fernwärmeleitungen	Teil 1.3.3	Werknorm Fernwärme FW 5	Schächte / Schachteinstieg Schachthalssolelemente 700 x 700 aus Stahlbeton / für nicht tagwasserdichte Schachtdeckungen	Seite 1.3.312
Höhe Schachteinstieg H <sub>st</sub> (mm)	Rahmen				Fugenmörtel 1)																																																																																																																																																					
	TYP SHR 100 G = 14,8 kg (Stück)		TYP SHR 150 G = 223 kg (Stück)	TYP SHR 200 G = 296 kg (Stück)	TYP SHR 500 G = 74,2 kg (Stück)	Lagerfugen (Stück)	Gesamt 2) (dm <sup>3</sup> )																																																																																																																																																			
270	1		-	-	-	1	5,3																																																																																																																																																			
320	-		1	-	-	1	5,3																																																																																																																																																			
370	-	-	1	-	1	5,3																																																																																																																																																				
430	1	1	-	-	2	10,6																																																																																																																																																				
580	-	2	-	-	2	10,6																																																																																																																																																				
710	-	1	1	-	2	10,6																																																																																																																																																				
580	-	-	2	-	2	10,6																																																																																																																																																				
640	-	3	-	-	3	16,0																																																																																																																																																				
670	-	-	-	1	1	5,3																																																																																																																																																				
740	-	1	2	-	3	16,2																																																																																																																																																				
780	1	-	-	1	2	10,6																																																																																																																																																				
830	-	1	-	1	2	10,6																																																																																																																																																				
880	-	-	1	1	2	10,6																																																																																																																																																				
940	1	1	-	1	3	16,1																																																																																																																																																				
990	-	2	-	1	3	16,1																																																																																																																																																				
1040	-	1	1	1	3	16,1																																																																																																																																																				
1090	-	-	2	1	3	16,1																																																																																																																																																				
1150	-	3	-	1	4	21,5																																																																																																																																																				
1180	-	-	-	2	2	10,6																																																																																																																																																				
DREWAG 2009	Konstruktionsrichtlinie Fernwärmeleitungen	Teil 1.3.3																																																																																																																																																								
Werknorm Fernwärme FW 5	Schächte / Schachteinstieg Schachthalssolelemente 700 x 700 aus Stahlbeton / für nicht tagwasserdichte Schachtdeckungen	Seite 1.3.312																																																																																																																																																								
Ausgangssituation	Fertigteile für Lüftungs- und Notausstiegsschächte sollen hinsichtlich der Kubatur und techn. Ausführung standardisiert zur Anwendung kommen, um große Stückzahlen funktional zu vereinheitlichen und die Kosten zu senken.																																																																																																																																																									
Abgrenzung	Sonderlösungen in versiegelten Flächen oder in Kombination Notausstieg mit Lüftung werden nicht berücksichtigt.																																																																																																																																																									
Beschreibung	Ein spezifisches Fertigteilsortiment soll die unterschiedlichen Überdeckungshöhen bei gleicher Überhöhung über OFG sichern sowie die Montage aller Stahlbauteile (Leitern, Deckel, Hauben) in der Bewehrungslage gewährleisten. Mit der <b>Elementotypisierung</b> wird die Standsicherheit auf Bestandsdecken, und die funktionalen Anforderungen, einschl. Ortbetonwechsel, vereinheitlicht. Bei einer Anwendung im Neubau auf größeren Trassenlängen oder bei komplexen Instandsetzungsaufgaben werden die spezifischen Eingriffe in Vegetationsflächen minimiert und somit die Kosten gesenkt.																																																																																																																																																									
Partner / Erstanwender	<b>DREWAG NETZ GmbH</b> bei laufender Instandsetzung sowie Fertigteilerwerke der jeweiligen Region. Ansprechpartner: Herr Beranek (DREAG NETZ GmbH) und Herr Rösner (GIBA))																																																																																																																																																									
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimierung der Eingriffe durch Montage und Sicherung der Aussta<sup>2</sup>ung,</li> <li>Ressourcenschonung (Materialeinsatz) und Verzicht auf Sonderlösungen,</li> <li>Standardisierung senkt Planungs- und Ausführungskosten.</li> </ul>																																																																																																																																																									

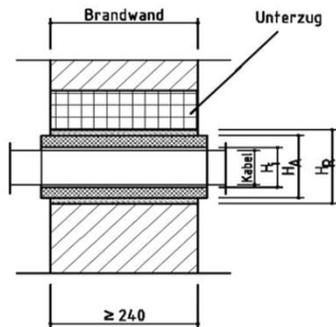
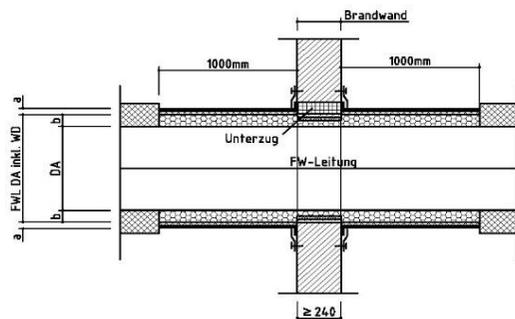
**Kennblatt A26/04: Nachträgliche Abdichtung oberflächengleicher Montageschächte**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Effiziente Verbesserung der Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit	
Ausgangssituation	Montageschächte auf Versorgungskanälen stellen ein wesentliches Bauteil dar, um während der Nutzungsdauer auf mehrfache Nutzungsänderungen ohne nennenswerten <b>Tiefbaubedarf</b> reagieren zu können.	<p>Schnitt- Alt-Abdeckung</p>
Abgrenzung	Die Technologie gilt für oberflächengleiche Montageabdeckungen bis zu einer Belastungsklasse D 400 und in horizontaler Lage.	<p>Schnitt- neuwertige Abdeckung</p>
Beschreibung	Montageschächte in Verkehrsflächen sind <b>verschleißintensive</b> Bauteile und bedingen Schädigungen benachbarter Bauteile. Abdeckelemente führen trotz geringer Fugenspalten aufgrund der Verkehrsprozesse, Herstellungstoleranzen, ausgewaschenem Fugenfett zur Tagwasserundichtigkeit. Bestehende Abdeckungen weisen zudem größere Fugenbreiten sowie witterungs- und Verkehrslast bedingte Schädigungen auf. Das Verkleben eines Quellfugenbandes, Verfüllen mit Quellpaste und randliches Vergießen mit PU-Dichtstoff erhöht die Dichtheit. Nach Nutzung der Öffnungen ist die Dichtung effizient wieder herzustellen.	<p>Draufsicht- neuwertige Abdeckung</p>
Partner / Erstanwender	Erstanwendung <b>Energieversorgung Cottbus GmbH (EVC)</b> Ansprechpartner: Herr Nicklau (EVC), Herr Rösner (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzungsspezifischer Vorrang der oberflächengleichen Öffnungen gegenüber erdüberdeckten Montageschächten bei Absicherung der Dichtheit,</li> <li>• Einsparung von Tiefbaukosten mit Vermeidung umweltrelevanter Wirkungen.</li> </ul>	<p>Draufsicht neuwertige Abdichtung</p>

**Kennblatt A26/05: Nachrüstbares flexibles Kabeltragsystem in Versorgungskanälen**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Sicherheit und Kostensenkung bei Nachrüstung von Kabeln	
Ausgangssituation	Im Vergleich zur Belegung mit Rohrleitungen ändert sich der Kabelbestand in Versorgungskanälen im Schnitt alle zwei Jahre. Nicht fachgerechte Verlegungen oder Provisorien sind durch ein <b>flexibel nutzbares Tragsystem</b> auszuschließen.	
Abgrenzung	Eine Verwendung in Kellerleitungsgängen wurde nicht untersucht. Die tragenden Bauteile sind nur zum Teil auf Feuerwiderstandsfähigkeit geprüft.	<p><i>Favorisiertes Befestigungssystem</i></p>
Beschreibung	<p>Nachrüstung oder Austausch von Kabeln unterschiedlicher Betreiber erfolgen oft nur nach entsprechenden Freiräumen mit Beeinträchtigungen der Bedien- und Montageräume und ohne Berücksichtigung von Störeinflüssen (z. B. magnetische Feldwirkung).</p> <p>Die Befestigung von Ankerschienen (einbetoniert oder gedübelt) berücksichtigt die Auflagerlasten und Medientemperaturen bei Austritt. Ausziehbare Konsolen werden <b>bedarfsorientiert</b>, höhen- und längen<b>variabel</b> verschraubt. Auch Kabelrinnen oder -tragwannen unterschiedlicher Breite sind nachrüstbar.</p>	<p>Auslegersysteme (Konsolen):</p>  <p>Anschraubausleger (Austausch/Nachrüstung)      Einschubausleger</p> <p><i>Auslegersystem</i></p>
Partner / Erstanwender	<p><b>JORDAHL GmbH</b> als Systemlieferant und <b>Stadtwerke Jena Netze GmbH</b> als Erstanwender</p> <p>Ansprechpartner: Herr Kirmse (Stadtwerke Jena Netze) und Herr Rösner (GIBA)</p>	<p>Tragebene:</p> 
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermeidung der Erdverlegung von Kabeln aufgrund restriktiver Bedingungen,</li> <li>• optimale Ausnutzung des Verlegeraumes bei wechselnden Anforderungen,</li> <li>• keine statische Beeinträchtigung von Wand-, Decken- und Sohlkonstruktionen.</li> </ul>	<p>Gitterrinne ggf. mit Potentialausgleich Stützabstand i.d.R. 1,5m      Kabelrinne ggf. Abdeckung für Schirmung Stützabstand i.d.R. 1,5m      Kabeltragwannen keine Potentialausgleich; Stützabstand 80cm</p> <p><i>Beispiele für Tragebene (Rinne, Wanne)</i></p>

**Kennblatt A26/06: Brandwände in begehbaren Versorgungskanälen**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Baulicher Brandschutz und Verbesserung der Sicherheit	
Ausgangssituation	Der Brandschutz in Versorgungskanälen wird je nach Landesbauordnung geregelt. Brandwände müssen den <b>spezifischen Betriebsbedingungen</b> entsprechen, was im Detail fachliches Neuland darstellt.	
Abgrenzung	Die baulichen Lösungen beziehen sich nur auf unterirdische Versorgungskanäle und angrenzende Leitungsanlagen (nicht auf expl.genannte Anlagen nach MBO).	
Beschreibung	Versorgungskanäle werden in Lüftungs- und Brandabschnitte unterteilt. Den Nachweis der Übereinstimmung rechtlicher Anforderungen und Schutzziele mit der örtlichen baulichen Umsetzung klärt ein Lüftungs- und Brandschutzkonzept. Brandwände müssen in all ihren Teilen u.a. einem Vollbrand 90 min. stand halten, den Flucht- und Rettungsweg absichern sowie ein <b>Auswechseln</b> von Rohrleitungen und insbesondere Kabeln ermöglichen, ohne die Schutzfunktion aufzuheben. Aufgrund der unterschiedlichen Lastfälle (Temperaturen, Leckagen, Lasteinwirkungen aus dem Leitungsbetrieb) werden <b>entsprechende Schotte</b> sowie komplettierende Bauteile verbaut (mit Zulassungen im Einzelfall).	<p>Brandwand EI 90-M [nb] nach DIN EN 13501-2 mit Kabelschott - Modell Kabelbox (Unterstützungsstruktur nicht dargestellt)</p> <p><i>Schnittdarstellungen Kabelbox</i></p> 
Partner / Erstanwender	<a href="#">Adolf Würth GmbH &amp; co. KG</a> als Lieferant und <a href="#">DREWAG NETZ GmbH</a> als Erstanwender (Bestandteil der Werknormung); Kontakte über Herr Nitzsche (WÜRTH), Herrn Beranek (DREWAG NETZ GmbH) und Herrn Steinbrücker (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>● Personen- und Sachschutz durch Standardisierung,</li> <li>● Verhinderung der Brand- und Rauchausbreitung.</li> </ul>	<p>Brandwand EI 90-M [nb] nach DIN EN 13501-2 mit Rohrschott - Ausführung mit Fernwärmeleitung</p> <p><i>Beispiel Brandschottung Fernwärmeleitung</i></p>

**Kennblatt A26/07: Klimagesteuerte Lüftung**

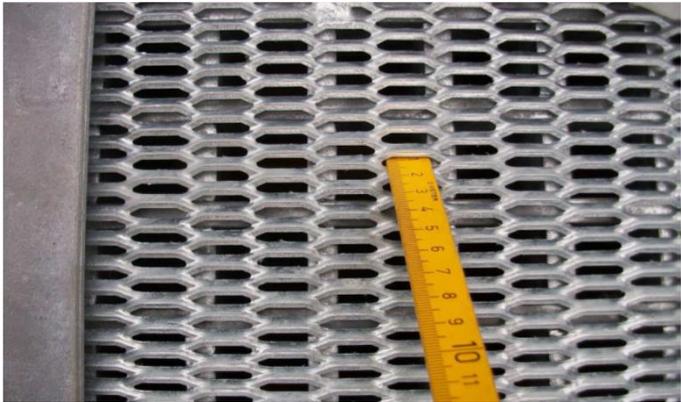
Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Lüftungsregime in Abhängigkeit der <b>klimatischen Bedingungen</b> (innen und außen) sowie zur Verbesserung des Personen-, Anlagen- und Bautenschutzes	
Ausgangssituation	Lüftungsanlagen in Versorgungskanälen sind so zu gestalten, das durch freie natürliche Konvektion oder mittels Ventilatoren ein stetiger Luftwechsel zu allen Jahrestunden im Kanal nachweisbar ist und auf Störungen reagiert wird.	
Abgrenzung	Die Ergebnisse gelten nicht für Bewetterungsanlagen in bergbaulichen Leitungsstollen oder Versorgungstunnel als Teil von Verkehrsbauwerken.	
Beschreibung	Mittels robuster Steuerungsgeräte kann eine witterungsabhängige Lüftung in Abhängigkeit des baulichen Zustandes, der Betriebsbedingungen und bei Notsituationen erreicht werden. Für die Steuerung von Lüftungsbauteilen (Lüfter, Regelklappen, Jalousien) werden die Klimakennwerte Temperatur und Luftfeuchte innen und außen erfasst. Weitere <b>Kenngrößen</b> wie Frost oder Lüfterlauf bei Zutritt sowie Rauchgasredundanz werden berücksichtigt (mind. 9 Regelkennungen für Lüfter und mind. 5 für die Regelklappen)	
Partner / Erstanwender	<b>ZILA GmbH</b> für die Steuerung sowie <b>SBB Suhl GmbH</b> als Erstanwender; Ansprechpartner: Herr Wiedmann (ZILA) und Frau Spieß (SBB Suhl) sowie Herr Griebenow (GIBA).	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• geringe Baukosten bei dezentraler Steuerung, Minimierung der Bedienungsaufwandes,</li> <li>• kontinuierliche Maßnahme zum Bauwerkserhalt (trockenes Kanalklima).</li> </ul>	

Ventilator über Kabelpritsche

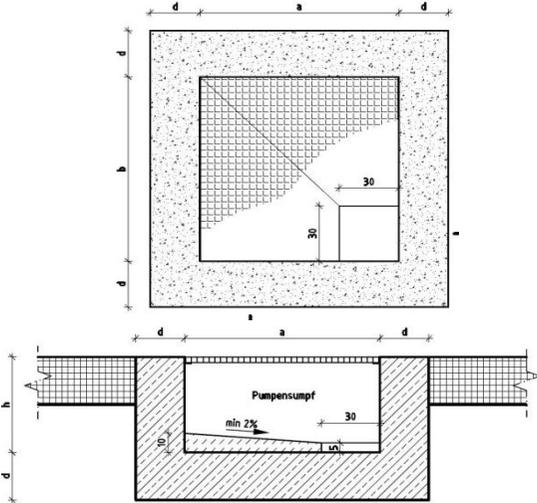


Klima-Steuerung für Lüftungsanlagen

**Kennblatt A26/08: Funktionsoptimierung betrieblicher Einbauten**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Sicherheit und der Betriebsbedingungen	 <p data-bbox="1393 970 2029 1002"><i>Musterfertigung Lüftungsöffnung mit Schiebejalousie</i></p>
Ausgangssituation	Die Sicherheit in unterirdischen Anlagen ist in jeder Hinsicht zu gewährleisten. Hindernisse und Unfallrisiken sind an jedem Aufenthaltsort zu minimieren, trotz betrieblicher Zwänge, Nachrüstungen oder Routinen.	
Abgrenzung	Die Ausrüstungsteile werden nur von befugten und unterwiesenen Personen genutzt. Für öffentlich zugängliche Anlagen sind sie nicht generell geeignet.	
Beschreibung	Zu <b>Stahleinbauten</b> im Sinne der Aufgabe zählen Ein- und Ausstiegsdeckel mit Notausstiegsweg, Sicherheitssteigleitern, Podeste, Tritte, Regelklappen, Gitterroste an Lüftungsschächten, Lüftungshauben, Kombihauben, Überstiege und Absperrbügel. Funktionsoptimierung bedeutet, dass einzelne Bauteile verbessert werden (z. B. Schrägrippen, Jalousien, Absturzbügel, Robustheit) und Montagevorgaben bestehen. Die Herstellung erfolgt nach EN 1090 und muss eine CE-Kennzeichnung besitzen. Wesentliche <b>funktionale Anforderungen</b> sind korrosions- und wartungsarm, hitzebeständig sowie "vandalensicher".	
Partner / Erstanwender	<b>RAC GmbH</b> Chemnitz als Ausrüster (ohne Deckel); dazu die <b>inetz GmbH</b> Chemnitz als Erstanwender; Ansprechpartner: Herr Wagler (RAC GmbH), Herr Beyer (inetz) und Frau Kissig (GIBA)	 <p data-bbox="1393 1455 1895 1487"><i>Bemessung Luftdurchsatz bei Schrägrippen</i></p>
Umwelt - / Nutzungscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• Minimierung von Unfallrisiken durch Vorgaben auf Technischen Merkblättern,</li> <li>• Gewährleistung des Flucht- und Rettungsweges auf jeder Teilstrecke.</li> </ul>	

**Kennblatt A26/09: Funktionsoptimierung der Kanalentwässerung**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Dauerhaftigkeit und der Betriebsbedingungen	
Ausgangssituation	Neben Handhabungsverlusten lassen sich Tag- und Schichtenwasser im Kanal nicht gänzlich vermeiden. Schon kleine Mengen können zeitbezogen zur Korrosion und damit zur Funktionsminderung an Leitungen und Anlagen führen.	
Abgrenzung	Die technischen Lösungen gelten nicht für bergbauliche Anlagen (u. a. Leitungstollen) oder Sonderlösungen mit freiem Sohlgerinne.	
Beschreibung	<p>Das Auspumpen von Tiefpunkten über mobile Pumpen und Schlauchleitungen ist arbeitsintensiv und wird deshalb oft vernachlässigt. Ein Mangel fest installierter Lösungen ist die Restfüllmenge am Tiefpunkt und die zumeist große Wasseroberfläche, die Einfluss auf die Luftfeuchtigkeit im Kanal hat.</p> <p>Der Einsatz sensorgesteuerter Flachwasserpumpen minimiert die <b>Restwasserstände</b> und lässt die <b>Zuflussmenge</b> je Zeiteinheit erkennen (2-/3-Stubsonden). Weitere Komponenten wie Rückstausicherung oder Absperrvorrichtungen sind bei Rückstau aus der Vorflut oder als Löschwassersperre sinnvoll.</p>	 <p><i>Tauchpumpe (optional mit Schwimmer- /Sensorsteuerung)</i></p>
Partner / Erstanwender	<p>GRUNDFOS GmbH als Ausrüster und die <a href="#">Stadtwerke Jena Netze GmbH</a> als Erstanwender, incl. der gesamten Entwässerungsanlage;</p> <p>Ansprechpartner : Herr Petri (Stadtwerke Jena Netze GmbH), Herr Rösner (GIBA)</p>	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>● konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>● Zeitliche Minimierung von Sohlüberflutungen und Feuchteinflüssen,</li> <li>● Senkung des Instandsetzungsbedarfs / Erhöhung der Nutzungsdauer.</li> </ul>	 <p><i>Pumpensumpfausbildung</i></p>

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Sicherheit und der Betriebsbedingungen	
Ausgangssituation	Versorgungskanäle werden nur von befugten und unterwiesenen Personen begangen. Zur weiteren Minderung von Gefährdungen werden die Fluchtwege beschildert und z. B. Anstoßstellen mit Wirkungsminderung gekennzeichnet.	
Abgrenzung	Nach Ansicht von Fachleuten sind beleuchtete Schilder, Verbandskästen oder Leiteinrichtungen in nicht öffentlichen Anlagen nicht fachrechtlich notwendig.	<p><i>Verschattung des Schildes vermeiden</i></p>
Beschreibung	In Bestandskanälen sind ungenormte Beschilderungen und Kennzeichnungen oft in unzulässiger Lage vorzufinden. Die Beschilderung erfolgt nach EN ISO 7010 mit <b>lang nachleuchtenden Schildern</b> und Piktogrammen. Sie werden an Ständer und Wandhalterungen so befestigt, dass sie auch bei Gefährdungen bestenfalls zu erkennen sind (z. B. keine Verschattung durch Leitungen). Zur <b>Optimierung</b> sind Schilder mit hohen <b>Leuchtdichten</b> nach DIN 67510 in der Nähe von Lichtquellen mit spezifisch geeigneten <b>Lichtspektrum</b> anzubringen (z. B. warmweiße LED-Lampen). Kennzeichnungen erfolgen mit speziellen Signalbändern.	
Partner / Erstanwender	<b>brewes GmbH</b> als Ausrüster und <b>Netz Leipzig GmbH</b> als Erstanwender Ansprachpartner: Herr Malcher (brewes) und Frau Zebisch (Netz Leipzig), sowie Frau Kissig (GIBA) einschl. Beschilderungspläne und Muster -LV	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• Wirkungsoptimierung von Schildern, Leuchten und Kennzeichnungen,</li> <li>• Senkung des Wartungsbedarfs / Erhöhung der Nutzungsdauer.</li> </ul>	<p>Seitliche Ausleuchtung nach zusätzlicher Belegung</p>

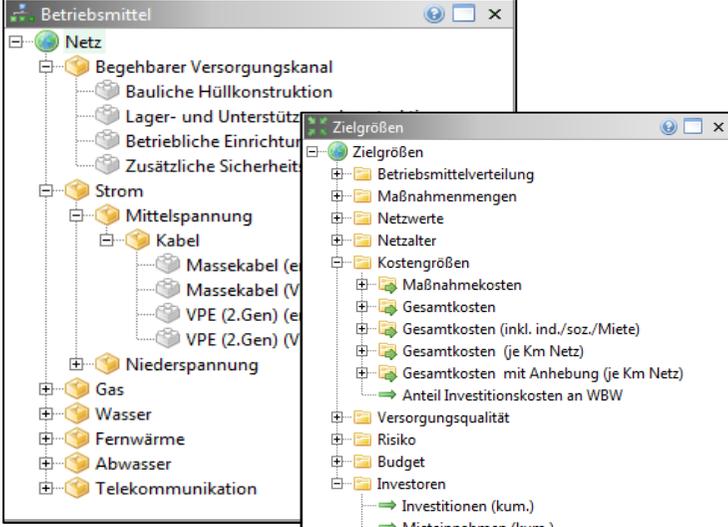
**Kennblatt A26/11: Optimierte Leitungsanordnung bei Neubau und Nachrüstung**

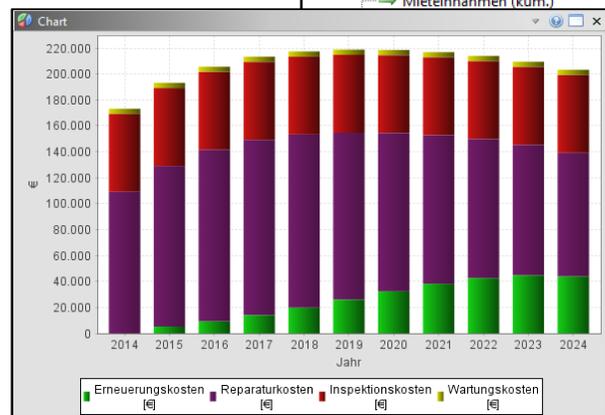
Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)																																																																																																																								
Zielkriterien	Verbesserung der Betriebsbedingungen und der Sicherheit	<p>Schnitt IV-IV: Kanalabschnitt 2</p> <p>Verlegeschema im Rechteckquerschnitt</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="10">Mindestabstände Rohraußenflächen (mit Isolierung) / Kabelmantel zueinander</th> </tr> <tr> <th>Nr.</th> <th>Medium</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Wasser (metall.)</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Wasser (kunstst.)</td> <td>200</td> <td>100</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Heizwasser VL/RL</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>210</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Dampf / Kondensat</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Gas</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Niederspannung</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>D1</td> <td>D2</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Mittelspannung</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>D2</td> <td>D1</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>IT - Kabel</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>D1</td> <td>D2</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>MSR - Kabel</td> <td>300</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>300</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>D2</td> <td>D1</td> </tr> </tbody> </table> <p>D1 Durchmesser gleicher Systeme (horizontaler Abstand)  D2 größerer Durchmesser benachbarter Systeme (horizontaler Abstand)</p>	Mindestabstände Rohraußenflächen (mit Isolierung) / Kabelmantel zueinander										Nr.	Medium	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	Wasser (metall.)	200	200	300	300	300	300	300	300	300	2	Wasser (kunstst.)	200	100	300	300	300	200	200	200	200	3	Heizwasser VL/RL	300	300	210	200	300	300	300	300	300	4	Dampf / Kondensat	300	300	200	200	300	300	300	300	300	5	Gas	300	300	300	300	200	300	300	300	300	6	Niederspannung	300	200	300	300	300	D1	D2	100	100	7	Mittelspannung	300	200	300	300	300	D2	D1	100	100	8	IT - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D1	D2	9	MSR - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D2	D1
Mindestabstände Rohraußenflächen (mit Isolierung) / Kabelmantel zueinander																																																																																																																										
Nr.	Medium		1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																															
1	Wasser (metall.)		200	200	300	300	300	300	300	300	300																																																																																																															
2	Wasser (kunstst.)		200	100	300	300	300	200	200	200	200																																																																																																															
3	Heizwasser VL/RL	300	300	210	200	300	300	300	300	300																																																																																																																
4	Dampf / Kondensat	300	300	200	200	300	300	300	300	300																																																																																																																
5	Gas	300	300	300	300	200	300	300	300	300																																																																																																																
6	Niederspannung	300	200	300	300	300	D1	D2	100	100																																																																																																																
7	Mittelspannung	300	200	300	300	300	D2	D1	100	100																																																																																																																
8	IT - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D1	D2																																																																																																																
9	MSR - Kabel	300	200	300	300	300	100	100	D2	D1																																																																																																																
Ausgangssituation	Zur Lageeinordnung von Leitungen sind nur Verlegeschemata publiziert, die keine Mindestabstände der Medien zueinander auf der Grundlage gegenseitiger Einwirkungen und Gefährdungen regelt.																																																																																																																									
Abgrenzung	Eine optimierte Leitungsanordnung ist u. a. von den Medienparametern abhängig und kann für Leitungen zum Ferntransport nicht angewandt werden.																																																																																																																									
Beschreibung	Beim Neubau von Versorgungskanälen wird das <b>Optimum zwischen Verlege-, Bedien-, Montage- und Reserveraum</b> gesucht. Im Laufe der Nutzungszeit kommt es wiederholt zu Nachrüstungen, Austausch oder Rückbau im Leitungsbestand. Im Ergebnis der Beurteilung von Gefährdungsarten und Instandhaltungsbedingungen werden Mindestabstände zu benachbarten Leitungen, zur Kanalhülle und zu Bedien- und Montageräumen definiert. Zusätzlich zu u.g. Pilotvorhaben werden Betreibererfahrungen in einer Werknorm systematisiert.																																																																																																																									
Partner / Erstanwender	<b>Dr. Födisch AG</b> als Erstanwender für den Versorgungskanal im Energiepark Kulkwitz sowie die <b>DREWAG NETZ GmbH</b> bei der Nachrüstung von Leitungen; Ansprechpartner: Herr Beranek (DREWAG NETZ GmbH) und Herr Reim (GIBA)																																																																																																																									
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• optimale Ausnutzung von Verlege- und Montageräumen,</li> <li>• Verringerung der Störanfälligkeit und gegenseitiger Beeinflussungen.</li> </ul>																																																																																																																									

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Betriebsbedingungen und der Sicherheit	
Ausgangssituation	Zur Senkung der Störanfälligkeit ist ein relativ hoher Inspektions- u. Wartungsaufwand (Personalkosten) notwendig. Eine verbreitete Umsetzung über ein <b>automatisiertes Leitsystem</b> scheiterte bisweilen an Kosten oder Störanfälligkeit.	
Abgrenzung	Das Leitsystem bezieht sich nur auf die Betriebsbedingungen der Kanäle. Eine Kopplung mit einem Versorgungsunternehmen ist entsprechend der üblichen Betreiberbedingungen (z. B. Leitstelle Wärme) möglich.	
Beschreibung	Es ist hinsichtlich der Betriebsbedingungen ein robustes Sensorkabelsystem auszuwählen (hohe Fehlalarm- und Reichweitensicherheit); auch eine Aufschaltung auf die <b>Betriebsstromanlage</b> wird geprüft. Dazu ist eine <b>LAN- und WLAN-Konfiguration</b> auszuwählen, welche kompatibel mit einer bestehenden Leitwarte funktioniert. Das Leitsystem ist um eine Web-basierte Variante zu ergänzen. Wesentliche Funktionen sollen über eine App fernüberwacht sein. Das System ist bei Normalbetrieb und in definierten Notsituationen anwendbar.	
Partner / Erstanwender	<b>Dr. Födisch AG</b> als Erstanwender für den Versorgungskanal im Energiepark dazu die <b>Fanalmatic GmbH</b> als Ausrüster; Ansprechpartner: Herr Schmieder (Fanalmatic GmbH) und Herr Reim (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• nahezu vollständige Überwachung der Betriebsbedingungen,</li> <li>• Minderung von Gefährdungen und Schäden.</li> </ul>	

Messdatenerfassung vor Ort

Messdatenerfassung über Kabel

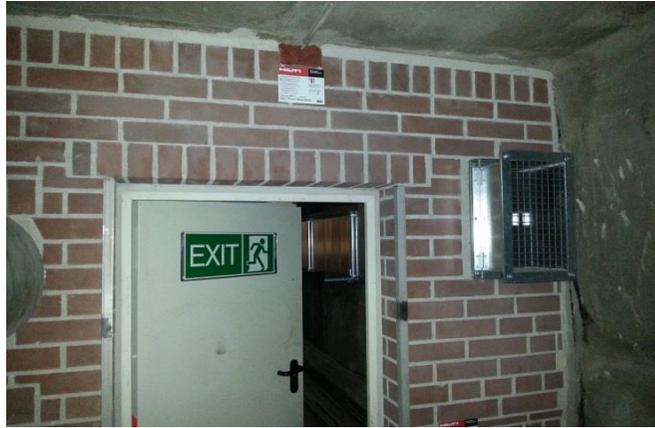
Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Begrenzung der Kosten und Verbesserung der Effizienz	
Ausgangssituation	Zur Darstellung der Betriebskosten von Versorgungskanälen gibt es keine einheitliche Herangehensweise. Das betrifft insbesondere die transparente Erfassung und Abgrenzung der relevanten Kostenarten /-stellen /-träger.	
Abgrenzung	Versorgungskanäle, die objektiv keinen Kostenträger darstellen (zu klein, nicht begehrbar, nur ein Medium, nicht separat zu betreiben) werden im Modell nicht betrachtet.	
Beschreibung	<p>Kostenrechnungen der Eigentümer/ Betreiber unterscheiden sich zum Teil erheblich. Dabei fallen Teilkostenbeträge oder nicht zuzuordnende Kostenarten auf. Ohne <b>nachvollziehbare Erfassung</b> nach Art und Höhe ist eine Kosten- und Ergebnisrechnung nicht möglich.</p> <p>Zur Minderung der Kosten werden Vorschläge zur rationellen Unterhaltung der baulichen und betrieblichen Anlagen unterbreitet (Instandhaltungszyklen) sowie die Monetarisierung aller Prozesse nach dem Stand des Wissens .</p>	
Partner / Erstanwender	<b>inetz GmbH</b> Betreiber / Verwalter der Sammelkanäle in Chemnitz als Erstanwender; Ansprechpartner Herr Beyer (inetz) und Herr Reim (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlage für eine Kosten- bzw. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung,</li> <li>• "Objektivierte" (sowie transparente und fundierte) Grundlagen für die <b>Kalkulation von Nutzungsentgelten</b>,</li> <li>• Widerspiegelung umweltrelevanter Wirkungen (Einsparpotentiale im Tiefbau).</li> </ul>	

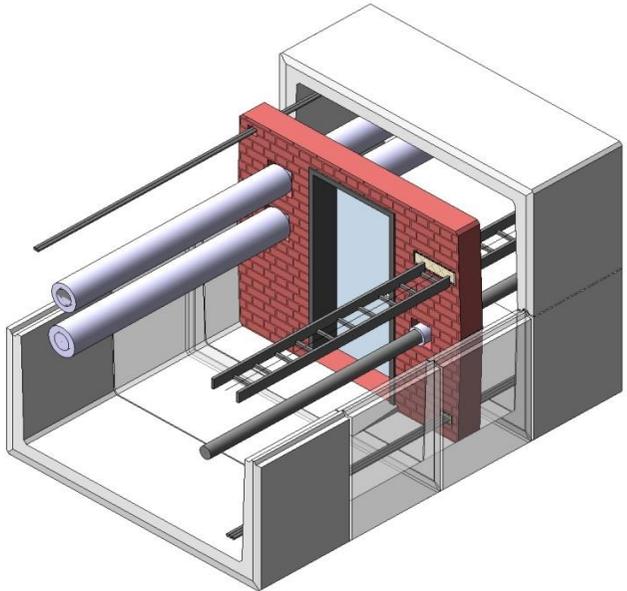


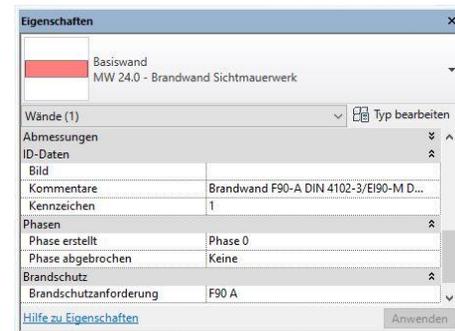
oben links: Betriebsmittelbaum, rechts: Zielgrößenbaum  
 unten: Verlauf der Kostenbestandteile in den Folgejahren

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Professionelle und fundierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	 
Ausgangssituation	Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit für begehbare Versorgungskanäle bedarf einer <b>komplexen Betrachtung</b> . Die seit Jahren plausiblen Nutzenbeschreibungen bzw. Einsparpotentiale spiegeln sich in verschiedenen Bilanzkreisen wider.	
Abgrenzung	Die Wirtschaftlichkeit kann auf Basis einer <b>Ausgaben/Einnahmenrechnung</b> über Betriebskosten bzw. Nutzungsentgelte sowie als gesamtgesellschaftliche Betrachtung unter <b>Einbeziehung indirekter, sozialer bzw. vermiedener Kosten</b> erfolgen; Voraussetzung ist eine eigenständige bauliche Anlage (Kostenträger)	
Beschreibung	Praxis-erprobte Standardmodelle der dynamischen Asset-Simulation für Strom-, Gas- oder Wassernetze werden als Grundlage für die spezifische Modellentwicklung verwendet, um konkrete Fragestellungen zu beantworten. Die Daten zum Betrieb und der Instandhaltung von Versorgungskanälen werden u.a. mit den Daten zum Alterungsverhalten erd- und kanalverlegter Leitungen verknüpft. Die Simulation von Varianten für Bau und Unterhalt der Leitungen sorgt für eine Professionalisierung bei Investitionsentscheidungen und für Begründungen zu Instandhaltungszyklen bzw. Nutzentgeltberechnungen.	
Partner / Erstanwender	<b>entellgenio GmbH</b> als Entwickler des Simulationsmodells Versorgungskanal; Ansprechpartner: Herr Dr. Spitzer (entellgenio) und Herr Reim (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis der Umweltwirkungen über Darstellung der vermiedenen Kosten</li> <li>• wirtschaftsmethodische Widerspiegelung von Nutzenscharakteristika</li> <li>• Handlungsgrundlagen für Anlagen- und Grundstückseigentümer</li> </ul>	<p>oben: Altersverteilung der betrachteten Betriebsmittel          unten: Darstellung Gesamtkosten / Amortisationen</p>

**Kennblatt A 26/15: Muster - Lüftungs- und Brandschutzkonzept**

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Sicherheit und der Betriebsbedingungen	
Ausgangssituation	Nach Länderbaugesetzgebung ist der Brandschutz beim Neubau und der Instandhaltung auch in baulichen Anlagen / Sonderbauten zu beachten. Schutzmaßnahmen sind weitgehend mit den Vorgaben für eine wirksame Lüftung verbunden.	
Abgrenzung	Das Planungselement gilt nur für begehbare Versorgungskanäle (auch in Kopplung mit Gebäudekellen); nicht für bergbauliche Anlagen oder Verkehrstunnel.	<p><i>Rohr- und Kabelschotte sowie Brandschutztüren</i></p>
Beschreibung	Begehbare Versorgungskanäle sind in <b>Lüftungs- und Brandabschnitte</b> zu unterteilen (technischer Standard). Für die bauliche und ausrüstungseitige Gestaltung gibt es keine einheitliche Herangehensweise, weder für den Neubau noch für die Ertüchtigung der Kanäle. Es werden <b>Schutzziele</b> definiert und eingegrenzt sowie die <b>Mindestinhalte eines Brandschutzkonzeptes</b> in Anlehnung an die vfdb-Richtlinie 01/01 sowie nach Vorgaben der jeweiligen Landesbauordnung. Wechselwirkungen Brandschutz zu Lüftung betreffen u.a. Bemessung für Lüftung, Entrauchung, Flucht- und Rettungswege, Betriebsstrom, Brandlasten u. Ex.schutz.	
Partner / Erstanwender	<b>Vattenfall EW AG</b> als Erstanwender des Gesamtkonzeptes für das Kanalnetz in Berlin - Marzahn sowie die <b>Energieversorgung Cottbus GmbH</b> als Erstanwender für die Integration von Kellerleitungsgängen im Bestand. Ansprechpartner: Herr Mekelburg (Vattenfall), Herr Nicklau (EVC), Herr Steinbrücker (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• konsequente Umsetzung der Ergebnisse von Gefährdungsbeurteilungen,</li> <li>• Minderung von Risiken und Gefahren für Mensch und Umwelt,</li> <li>• Standardisierung betrieblicher und Schutzmaßnahmen (Kostenbegrenzung).</li> </ul>	

Sachverhalt	Beschreibung	Darstellung (Muster / Beispiel)
Zielkriterien	Verbesserung der Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten	 <p>3D-Modell einer Brandwand auf Kanalstrecke</p>
Ausgangssituation	<b>Building Information Modeling (BIM)</b> beschreibt eine Methode zur Prozessoptimierung auf Basis einer 3-D -Modellsoftware, indem Bauteile von der Planung bis zur Bewirtschaftung dargestellt, optimiert und simuliert werden können.	
Abgrenzung	Es wird vornehmlich das Potenzial des Datenaustauschs zwischen Konstruktionsprogrammen (CAD) und Bewirtschaftungssoftware für bauliche Anlagen betrachtet. Der <b>Datenverbund</b> bezieht sich in einer ersten Bearbeitungsstufe auf die Schnittstellen zwischen Konstruktions- / Bestands- und Revisionsplänen.	
Beschreibung	<b>BIM</b> optimiert die Bearbeitung/Abwicklung von Bauprojekten von der Planung bis hin zur Bestandspflege (Bewirtschaftung/Instandhaltung). Dabei werden auf der Basis von digitalen Bauwerksmodellen alle relevanten Informationen der Konstruktion ( Geometrie, Zustand, Lagerhaltung, Kosten u.a.) in Datenbanken vernetzt. Der Datenaustausch zwischen den Konstruktions- und Bewirtschaftungsprogrammen erfolgt mittels spezifischer Softwareschnittstellen. Der gegenwärtige Stand ermöglicht den unternehmensinternen Zugriff im CAD.	
Partner / Erstanwender	Autodesk Revit als CAD-Software, SAP PLM Modul durch <b>CIDEON</b> Holding GmbH Erstanwender: <b>DREWAG Netz GmbH</b> ; Ansprechpartner: Herr Griebenow (GIBA)	
Umwelt - / Nutzenscharakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ständige rationale Synchronisation der gemeinsamen Datenbasis,</li> <li>• Objekt-/Projektänderungen werden interdisziplinär und unmittelbar abgeglichen,</li> <li>• Verbesserte Produktivität hinsichtlich Kosten, Termine, Qualität etc. durch kontinuierliche Datenaufbereitung im gesamten Lebenszyklus der Anlage.</li> </ul>	



Auszug Parameter Brandwand