

Fachübergreifende Fallstudie zur Prüfung Technischer Betriebswirt



Projektmanagement in der Wasserver- sorgung

**Sanierung einer Trinkwasserleitung
Planung - Bau - Inbetriebnahme**

Name: Henning Wagner
Prüfungsnummer: 93538
Datum: 10. Februar 2005

Inhaltsverzeichnis

| | Seite |
|--|--------------|
| 1 Aufgabenstellung | 4 |
| 2 Allgemeine Informationen | 5 |
| 2.1 Die Rheinisch Westfälische Wasserwerks- Gesellschaft mbH | 5 |
| 2.2 Beschreibung des Ist-Zustands - Leitungsdaten vor der Instandhaltungsmaßnahme | 6 |
| 3 Projektmanagement | 7 |
| 3.1 Definition Projektmanagement | 7 |
| 3.2 Projektauftrag | 8 |
| 4 Vorplanungsphase | 9 |
| 4.1 Auswahl des Sanierungsverfahrens | 9 |
| 4.1.1 Beschreibung der Sanierungsverfahren | 10 |
| 4.1.2 Kostenvergleich der Sanierungsverfahren | 11 |
| 4.1.3 Technische und ökologische Auswahlkriterien | 13 |
| 4.1.4 Entscheidungsmatrix zur Auswahl | 16 |
| 4.2 Auswahl geeigneter Fachfirmen | 18 |
| 5 Planungsphase | 19 |
| 5.1 Erstellung eines Leistungsverzeichnisses | 19 |
| 5.2 Durchführung der Genehmigungsplanung | 20 |
| 5.3 Ausschreibung und Vergabe der Bauleistung | 21 |
| 6 Ausführungsphase | 25 |
| 6.1 Allgemeines | 25 |
| 6.2 Anwendung der Kontrollinstrumente | 26 |
| 6.2.1 Kontrolle und Überwachung der Bauzeit | 26 |
| 6.2.2 Ressourcenkontrolle | 28 |
| 6.2.3 Kostencontrolling | 28 |
| 6.3 Qualitätskontrolle im Zuge der Baumaßnahme | 29 |
| 6.4 Abnahme der Bauleistung, Gewährleistung | 30 |
| 7 Dokumentation | 31 |
| 8 Zusammenfassung | 33 |
| Literaturverzeichnis | |
| Anhang | |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|------|---|
| CuBa | computerunterstütztes Bauaufmaß |
| DIN | Deutsches Institut für Normung |
| DN | Nenndurchmesser |
| DP | Betriebsdruck (Design Pressure) |
| DVGW | Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfachs e. V. |
| EDV | elektronischen Datenverarbeitung |
| HDPE | hochfestes Polyethylen (high density polyethylen) |
| NIS | Netzwerkinformationssystem |
| PE | Polyethylen |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| RWW | Rheinisch Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH |
| SiGe | Sicherheits- und Gesundheitsschutz |
| UVV | Unfallverhütungsvorschriften |
| WVU | Wasserversorgungsunternehmen |
| WW | Wasserwerk |
| ZM | Zementmörtel |

1. Aufgabenstellung

Eine der Hauptaufgaben von Wasserversorgungsunternehmen liegt in der Instandhaltung und dem Betrieb des Rohrnetzes. Ein gut geführtes Rohrnetz garantiert einen sicheren Transport des Trinkwassers von den Wasserwerken bis zu den Endverbrauchern.

Zur Instandhaltung von Rohrnetzen existieren verschiedenste Techniken und Verfahren, von der Neuverlegung der Leitung bis hin zu aufwendigen Sanierungsverfahren. Der Einsatz eines geeigneten Verfahrens zur Rehabilitation von Wasserleitungen hängt von technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten ab.

Im Rahmen dieser Ausarbeitung wird eine vollständige Maßnahme zur Sanierung einer Transportwasserleitung DN 1000 über alle Phasen eines Projektes dargestellt, beginnend von der Beschreibung des Istzustands und der Definition des Projektzieles über die Vorplanung, Ausführungsphase bis hin zur Inbetriebnahme der sanierten Leitung und der Abschlussdokumentation. Zur Abwicklung der Baumaßnahme werden die verschiedenen Instrumente eines modernen Projektmanagements eingesetzt, welche Bestandteil dieser Arbeit sind.

Diese Ausarbeitung soll veranschaulichen, wie es mit Hilfe von Projektmanagementmethoden möglich ist, eine Baumaßnahme im Bereich der Wasserversorgung unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen, technischen und ökologischen Gesichtspunkten effektiv und ökonomisch umzusetzen und durchzuführen.

Firmennamen und Preise des Jahresvertrages der RWW entsprechen aus firmeninternen Gründen nicht den tatsächlichen Namen bzw. Preisen. Die Preise wurden mit unterschiedlichen Faktoren verändert, können aber als realistisch betrachtet werden, so dass die Aussagen dieser Ausarbeitung ihre Gültigkeit behalten. Die in dieser Ausarbeitung beschriebene Baumaßnahme wurde vom Verfasser im Jahr 2004 eigenständig abgewickelt.

2 Allgemeine Informationen

Nachfolgend werden allgemeine Informationen zur Rheinisch-Westfälischen Wasserwerksgesellschaft mbH sowie Leitungsdaten und Leitungszustand vor der Baumaßnahme aufgeführt.

2.1 Die Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH

Die RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft ist eines der größten deutschen Wasserversorgungsunternehmen und hat ihre Wurzeln und ihren Stammsitz in Mülheim an der Ruhr. Seit 2003 ist die RWW im RWE-Konzern integriert und der Regionalgesellschaft RWE Rhein-Ruhr zugeordnet. Die RWW beschäftigt momentan ca. 540 Mitarbeiter und Auszubildende im kaufmännischen sowie im technischen Bereich.

„Das Versorgungsgebiet der RWW umfasst im westlichen Ruhrgebiet sowie in den südlich und nördlich angrenzenden Teilen des Bergischen Landes und des Münsterlandes ca. 300 000 Haushalte. In diesem ca. 850 Quadratkilometer großen Gebiet werden etwa eine Millionen Menschen und zahlreiche Betriebe über ein rund 3000 km langes vermaschtes Leitungsnetz mit ca. 135.000 Anschlüssen mit Trink- und Brauchwasser bester Qualität und Güte beliefert.“¹ (siehe Anlage A1).

Über Transport- und Versorgungsleitungen gelangt das Wasser von den Wasserwerken zu den Hausanschlussleitungen. Das Rohrnetz ist im Wesentlichen als vermaschtes Ringnetz aufgebaut. Die vorhandenen Rohrleitungen bestehen aus den unterschiedlichsten Werkstoffen wie Stahl, Grauguss, duktilem Gusseisen, PVC, PE und Asbestzement.

Für eine gesicherte Trinkwasserversorgung sind 13 Wasserbehälter errichtet, die als Wasserspeicher dienen und unter anderem Verbrauchsspitzen abfangen.

¹ Quelle: RWW Infobroschüre

2.2 Beschreibung des Ist-Zustandes – Leitungsdaten vor der Instandhaltungsmaßnahme

Die von der Baumaßnahme betroffene Transportleitung DN 1000 vom Wasserwerk (WW) Mündelheim bis zum WW Styrum wurde im Zeitraum von 1937 bis 1943 auf einer Länge von ca. 18.215 m verlegt. Gemäß des RWW-Datenbestandes handelt es sich bei der Rohrleitung um eine geschweißte, mit Steck- und teilweise mit Stemmuffen versehene Stahlrohrleitung DN 1000/DN 800 ausgelegt auf einen Systembetriebsdruck DP (Design Pressure) von 10 bar. Als Außenkorrosionsschutz wurde die Leitung mit einer dünnen, ca. 4 mm dicken Bitumenbeschichtung versehen, innen ist sie in Teilstücken ebenfalls mit einer bituminösen Auskleidung geschützt.

An der Transportleitung sind keine Verbraucher angeschlossen. In die Rohrleitung wird im WW Mündelheim Rohwasser (gechlortes Rhein-Uferfiltrat in Trinkwasserqualität) mit einem Druck von ca. 6,2 bis 7,4 bar eingespeist.

Teilstücke dieser Leitung wurden in den vergangenen Jahren bereits erneuert oder saniert.

Tabelle 1: Leitungsdaten

| | |
|--------------------------|---|
| Dimension | DN 1000, DN 800 |
| Leitungslänge | ca. 18.215 m |
| Material | Stahl |
| DP (Systembetriebsdruck) | 10 bar |
| Verlegejahr | 1938-1943 |
| Rohrverbindung | Schweißverbindung/Steckmuffenverbindung |
| Höhendifferenz | ca. 56 m |

3 Projektmanagement

3.1 Definition Projektmanagement

„Projekte sind kurzlebige, zeitlich terminierte Aufgabenkomplexe, an denen Experten aus verschiedenen Fachbereichen und Hierarchiestufen arbeiten.

Management umfasst alle planenden, organisierenden, steuernden, kontrollierenden und sanktionierenden Tätigkeiten zur Auftragserfüllung.

Projektmanagement umfasst die Planung, Steuerung und Kontrolle von Projekten sowie insbesondere die Koordination dieser Führungstätigkeiten. Kurzgefasst bedeutet Projektmanagement: projektorientierte Führung.“²

Wesentliche Bestandteile des Projektmanagement sind der Projektauftrag einschließlich der Zieldefinition, Aufgabenbeschreibung, Zeitplanung, Ressourcenplanung, Kostenplanung sowie deren Überwachung in der Ausführungsphase, Dokumentation und das Projektteam an sich. In den nachfolgenden Kapiteln werden die in diesem Projekt angewendeten Instrumente des Projektmanagement aufgeführt und beschrieben.

² Quelle: DIHK Textband -Technischer Betriebswirt- Organisation und Unternehmensführung, Band 2 Seite 32

3.2 Projektauftrag

Die Rahmenbedingungen und Zielsetzungen der geplanten Baumaßnahme wurden vorab erstmalig in Form eines Projektauftrages definiert und fixiert. Das Formblatt wurde vom Verfasser entwickelt.

Tabelle 2: Formblatt Projektauftrag

| | |
|--|-----------------------------------|
| Projektauftrag: Sanierung Transportleitung DN 1000 – Teilstück Worringer Reitweg bis Friedhofstraße | |
| Auftraggeber RWW | Projektleiter H. Wagner |
| Zielsetzung: Sanierung der Transportleitung DN 1000 durch ein geeignetes Sanierungsverfahren innerhalb des Jahres 2004 | |
| Aufgabenstellung: <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl eines geeigneten Verfahrens • Kostenkalkulation • Ausschreibung und Vergabe der Bauleistung • Bauüberwachung und Projektcontrolling • Dokumentation der Baumaßnahme | |
| Budget: n. n. | |
| Randbedingungen: Möglichst kurze Zeit der Außerbetriebnahme der Rohrleitung | |
| Termine, Meilensteine <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl des Verfahrens • Vergabe der Bauleistung • Baubeginn • Bauende | |
| Unterschrift Auftraggeber | Unterschrift Projektleiter |

Die Transportleitung DN 1000 soll auf dem ca. 1.600 m langen Teilstück „Worringer Reitweg bis Friedhofsstr.“ saniert werden. In diesem Teilstück traten in der Vergangenheit öfters Korrosionsschäden auf, welche die Notwendigkeit der Sanierung begründen. Weiterhin soll die Lebensdauer der über 66 Jahre alten und strategisch sehr wichtigen Leitung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten verlängert/erhöht werden. Der Durchmesser der Rohrleitung darf durch die Sanierung nur gering verändert werden. Alle Armaturen sind auszuwechseln. Die Leitung soll nach Abschluss der Arbeiten durch kathodischen Korrosionsschutz (aktiver Korrosionsschutz in Abhängigkeit des Sanierungsverfahrens) geschützt werden. Die Bauzeit und insbesondere die Zeit der Außerbetriebnahme der Rohrleitung muss hierbei so gering wie möglich gehalten werden. Die Baumaßnahme muss im Jahr 2004 abgeschlossen sein.

4. Vorplanungsphase

Wesentliche Aufgabe der Projektvorplanung dieser Maßnahme ist die Auswahl eines geeigneten und wirtschaftlichen Sanierungsverfahrens um die Rohrleitung gemäß den Vorgaben des Projektauftrages instand zu setzen.

4.1 Auswahl des Sanierungsverfahrens

Nachfolgend werden verschiedene mögliche Sanierungsverfahren beschrieben und miteinander verglichen. Nach Abschluss des Vergleichs soll das geeignetste Verfahren zur Rehabilitierung der oben beschriebenen Leitung feststehen.

4.1.1 Beschreibung der Sanierungsverfahren

- **Schlauchrelining**

Bei diesem Verfahren wird ein nahtloser und rund gewebter hochfester Gewebeschlauch von geringer Dicke (max. 3 mm) und großer Flexibilität verwendet. Vor Einbringen dieses Schlauches in das zu sanierende Rohr muss die vorhandene Rohrleitung mittels Wasserhöchstdruckreinigung rückstandslos gereinigt werden. Anschließend wird der mit Epoxidharz getränkte Gewebeschlauch vollflächig mit der Rohrinne-seite verklebt und bildet eine feste Verbindung.

Es können Nennweiten bis DN 1000 und Haltungslängen von bis zu 200 m bearbeitet werden. Das Verfahren ist im DVGW-Arbeitsblatt G 478 beschrieben.

- **Swage-Lining-Verfahren**

Beim Swage-Lining-Verfahren wird ein Polyethylen-Rohr (PE-Rohr) in das vorhandene Rohr ohne vorherige Rohrreinigung eingezogen. Das PE-Rohr wird durch Erwärmung und anschließende Verkleinerung durch Ziehen durch ein Gesenk auf einen kleineren Durchmesser gebracht und in die vorhandene Leitung eingezogen. Durch den so genannten Memory-Effekt presst sich das PE-Rohr während seiner Abkühlung gegen die Innenwand der zu sanierenden Rohrleitung, die Bildung eines Ringspaltentfällt, der zur Verfügung stehende Rohrquerschnitt wird vollständig genutzt. Haltungslängen von bis zu 300 m sind möglich.

- **Langrohrrelining**

Hierbei werden Kunststoffrohre aus HDPE außerhalb der Baugruben, den schweißtechnischen Richtlinien entsprechend, zu einem Rohrstrang miteinander verbunden. Die Rohrstränge können mehrere hundert Meter lang sein und an einem Stück in die zu sanierende Leitung eingezogen werden. Vor Beginn der Sanierung muss die zu sanierende Leitung gereinigt und ihr lichter Querschnitt überprüft werden. Der zwischen dem eingezogenen Kunststoffrohr und dem alten Rohr entstehende Ringspalt sollte grundsätzlich verdämmt werden. Haltungslängen von bis zu 300 m sind möglich.

- **Zementmörtelauskleidung**

Bei der Zementmörtelauskleidung wird die instand zu setzende Rohrleitung außer Betrieb genommen und gereinigt. Nach Überprüfung der Rohrleitung werden zunächst an vorhandenen Rohrmuffen die Innenraumringspalten von Hand mit Zementmörtel ausgeglichen. Anschließend wird mittels einer Auskleidemaschine eine Zementmörtelschicht auf die Rohrinneinnenseite aufgeschleudert. Neben einer Verbesserung der hydraulischen Eigenschaften des Rohres wird vor allem eine Korrosionsschutzwirkung der Innenseite der Rohrleitung erzielt.

Dieses Verfahren wird in DVGW-Arbeitsblatt W 343 explizit aufgeführt und erläutert. Haltungslängen von bis zu 300 m sind möglich.

- **Konventionelle Neuverlegung**

Bei der konventionellen Rohrverlegung wird die vorhandene Rohrleitung außer Betrieb genommen, in offener Bauweise vollständig zurückgebaut und eine neue Rohrleitung in dieselbe Rohrtrasse oder parallel dazu verlegt.

4.1.2 Kostenvergleich der Sanierungsverfahren

Für den Kostenvergleich werden die Anzahl und die Abmessungen der zu erstellenden Baugruben, der Rohrbau, Materialkosten sowie die Kosten der Sanierung selber betrachtet. Hierzu wurden bei verschiedenen Fachfirmen die Preise der in 4.1.1 aufgeführten Verfahren angefragt. Die Tief- und Rohrbauarbeiten wurden mit Hilfe der Jahresvertragspreise der RWW kalkuliert, die Materialkosten mittels einer Materialliste, welche vom Einkauf der RWW den einzelnen Abteilungen zur Verfügung gestellt wird. Die Kalkulation erfolgte mit der Software CuBa (Computerunterstütztes Bauaufmass). CuBA ist eine Individualsoftware und wurde von RWW eigenständig entwickelt. Mit ihr können neben Kalkulationen auch Ausschreibungen entwickelt (siehe auch 5.3) und Bauleistungen aufgemessen werden. Schnittstellen zur gängigen Standardsoftware sind vorhanden.

Tabelle 3: Daten zum Kostenvergleich der Sanierungsverfahren

| Verfahren | Haltungslänge | Anzahl Baugruben | Abmessung Baugrube (Länge x Breite x Tiefe) |
|--------------------------|--------------------------|------------------|---|
| Schlauchrelining | 200 m | 8 | 3,00 m x 2,50 m x 3,00 m |
| Swage-Lining | 300 m | 6 | 6,50 m x 3,00 m x 3,00 m |
| Langrohrrelining | 300 m | 6 | 6,50 m x 3,00 m x 3,00 m |
| Zementmörtelauskleidung | 300 m | 6 | 3,00 m x 2,50 m x 3,00 m |
| Konventionelle Verlegung | 1.600 m offene Verlegung | | 1.600m x 1,85 m x 3,00 m |

Nach entsprechend durchgeführter Kalkulation ergeben sich die in Tabelle 4 aufgeführten Kosten für die o. g. Verfahren.

Tabelle 4: Kostenvergleich der Sanierungsverfahren

| Verfahren | Tiefbau [€] | Rohrbau [€] | Material [€] | Sanierung [€] | Gesamt [€] |
|--------------------------|--------------------|-------------|--------------|---------------|------------------|
| Schlauchrelining | 42.800 | 15.200 | 12.000 | 640.000 | 710.000 |
| Swage-Lining | 53.100 | 17.800 | 12.000 | 1.320.000 | 1.402.900 |
| Langrohrrelining | 53.100 | 17.800 | 12.000 | 800.000 | 882.900 |
| Zementmörtelauskleidung | 32.100 | 13.900 | 12.000 | 128.000 | 186.000 |
| Konventionelle Verlegung | 1000 €/ m komplett | | | | 1.600.000 |

Aus Tabelle 4 wird ersichtlich, dass das Sanierungsverfahren der Zementmörtelauskleidung erheblich günstiger ist als alle anderen aufgeführten Verfahren. Wagniszuschläge werden in diesem Fall nicht zusätzlich berücksichtigt, da zu erwarten ist, dass das Ausschreibungsergebnis im Bereich von 10 – 15 % unterhalb der Jahresvertragspreise der RWW liegt und somit hierbei schon Berücksichtigung findet.

Neben den Kosten sind jedoch noch andere Punkte wie die Eigenschaften des Rohres, zu erwartende Lebensdauer, ökologische Aspekte etc. zur Entscheidungsfindung in Betracht zu ziehen. Im nachstehenden Abschnitt werden weitere Auswahlkriterien beschrieben.

4.1.3 Technische und ökologische Auswahlkriterien

Zur Entscheidungsfindung des geeignetsten Sanierungsverfahrens müssen weiterhin noch nachfolgend aufgeführte Punkte berücksichtigt werden:

Technik/Bauzeit:

Der Zustand der Rohrleitung ist aufgrund der Datengrundlage des Netzwerkinformationssystems NIS der RWW sowie aus Erfahrungsberichten der zuständigen Rohrnetzmeister als tragfähig einzustufen, d. h. alle unter 4.1.1. aufgeführten Verfahren eignen sich zur Sanierung dieser Leitung.

Der Hauptgrund der Sanierung sind punktuell aufgetretene Korrosionsschäden welche durch den Einzug von Inlinern als auch durch Innenbeschichtung mit Zementmörtel behoben bzw. vorgebeugt werden kann. Die Rohreigenschaften nach der Sanierung werden durch alle der bereits beschriebenen Verfahren erheblich verbessert.

Sowohl die Verwendung von Kunststoffrohren und – Relinern als auch die Auskleidung mit Zement verbessert deutlich die hydraulischen Eigenschaften der Rohrwand (geringere Reibung und somit geringere Druckverluste) und damit verbunden geringere Pumpenergieverbräuche. Hierdurch wird ein Kostensenkungspotential genutzt.

Die Lebensdauer wird bei allen beschriebenen Verfahren um mindestens 50 Jahre erhöht.

Als ein weiteres wesentliches Argument aus technischer Sicht ist die benötigte Bauzeit zu betrachten. Die kalkulierten Bauzeiten (aufgrund von Erfahrungswerten und Firmenangaben unter Verwendung von Microsoft Projekt©) sind in nachstehender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 5: Bauzeiten der einzelnen Sanierungsverfahren

| Verfahren | Tiefbau [Tage] | Rohrbau [Tage] | Sanierung [Tage] | Gesamt [Tage] |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Schlauchrelining | 32 | 16 | 24 | 72 |
| Swage-Lining | 48 | 12 | 18 | 78 |
| Langrohrrelining | 36 | 12 | 18 | 66 |
| Zementmörtelauskleidung | 24 | 12 | 12 | 48 |
| Konventionelle Verlegung | 80 | 70 | 0 | 150 |

Diese Tabelle berücksichtigt, dass die verschiedenen Gewerke zum Teil gleichzeitig ablaufen.

Wie ersichtlich wird, liegen auch hier die Vorteile bei der Zementmörtelauskleidung.

Ökologie:

Aus ökologischen Gesichtspunkten ist auf eine offene Bauweise zu verzichten, da hier die vollständige Leitungstrasse ausgeschachtet werden muss. Der hierbei entstehende Bodenaushub kann nur zum Teil wieder verwendet werden, das restliche Aushubmaterial müsste kostenintensiv und umweltbelastend entsorgt werden.

Weiterhin muss bei der offenen Bauweise die Rohrleitung gemäß entsprechender Verlegevorschriften eingesandet werden, worauf bei den anderen Verfahren vollständig verzichtet werden kann, was zur Einsparung von natürlichen Ressourcen (dem Sand) führt. Der hohe Energieverbrauch der Baumaschinen und –Geräte bei den hier anfallenden Tief- und Rohrbauarbeiten ist ebenfalls ein gewichtiges negatives Argument gegenüber diesem Verfahren.

Beim Schlauchrelining wird als Verbinder zwischen Reliner und Rohrinnenseite Epoxydharz verwendet, der in nicht ausgehärtetem Zustand negative Auswirkungen auf die Umwelt aufweist (ggf. Eintrag ins Erdreich, Belastung von Grundwasser etc.). Nach Möglichkeit sollte auf Einsatz dieses Materials verzichtet werden.

Je mehr Baugruben für die Sanierung benötigt werden, desto höher ist der Energieaufwand für das Erstellen und spätere Verfüllen der Baugruben (Baufahrzeuge, Stromerzeuger etc.). Weiterhin beeinflusst jede Baugrube den Verkehrsfluss.

Die Beeinträchtigung des Straßenverkehrs sowie die Belästigung der Anwohner durch die Baumaßnahme (Lärm, Schmutz) muss auf ein Mindestmaß reduziert werden, daher sind Sanierungsverfahren mit möglichst geringer Anzahl von Baugruben und einer kurzen Bauzeit vorzuziehen.

4.1.4 Entscheidungsmatrix zur Auswahl³

Zur Auswahl des geeignetsten Sanierungsverfahrens wird eine Bewertung der einzelnen Verfahren durchgeführt. Dieses Verfahren wurde für dieses Projekt durch den Verfasser entwickelt und erstmalig angewendet. Hierbei werden zuerst die Anforderungsarten definiert, in diesem Fall Kosten, Technik/Bauzeit und Umwelt. Die Kosten und die Bauzeit müssen gering sein und die Belastung der Umwelt möglichst niedrig. Die Anforderungsarten werden mit einem Gewichtungsfaktor (zwischen 0 und 1) versehen, wobei 1 als Maximalwert die höchste Wichtigkeit ausdrückt.

Tabelle 6: Gewichtungsfaktoren

| Anforderung | Gewichtungsfaktor |
|-----------------|-------------------|
| Kosten | 0,8 |
| Technik/Bauzeit | 0,5 |
| Umwelt | 0,3 |

Anschließend werden die Bewertungsstufen festgelegt, in diesem Fall sechs Bewertungsstufen zwischen 0 und 10 mit einem Abstand von 2 wobei 10 den Maximalwert darstellt.

Tabelle 7: Bewertungsstufen

| Bewertungsstufe | Bezeichnung |
|-----------------|-------------------|
| 0 | nicht geeignet |
| 2 | gering geeignet |
| 4 | geeignet |
| 6 | gut geeignet |
| 8 | sehr gut geeignet |
| 10 | bestens geeignet |

³ in Anlehnung an das Stufenwertverfahren, DIHK Textband -Technischer Betriebswirt-Organisation und Unternehmensführung, Band 1 Seiten 48, 49

Tabelle 8: Entscheidungsmatrix zur Auswahl des Sanierungsverfahrens

| Verfahren | Kosten | | | Technik/Bauzeit | | | Umwelt | | | Gesamtwert |
|-------------------------------------|--------|-----------|------------|-----------------|-----------|------------|--------|-----------|------------|-------------|
| | Faktor | Bewertung | Wert | Faktor | Bewertung | Wert | Faktor | Bewertung | Wert | |
| Schlauchrelining | 0,8 | 4 | 3,2 | 0,5 | 4 | 2,0 | 0,3 | 2 | 0,6 | 5,8 |
| Swage-Relining | 0,8 | 2 | 1,6 | 0,5 | 4 | 2,0 | 0,3 | 6 | 1,8 | 5,4 |
| Langrohrrelining | 0,8 | 4 | 3,2 | 0,5 | 6 | 3,0 | 0,3 | 6 | 1,8 | 8,0 |
| ZM-Auskleidung | 0,8 | 8 | 6,4 | 0,5 | 8 | 4,0 | 0,3 | 8 | 2,4 | 12,8 |
| konventionelle Rohrverlegung | 0,8 | 2 | 1,6 | 0,5 | 2 | 1,0 | 0,3 | 2 | 0,6 | 3,2 |

Als Ergebnis der Entscheidungsmatrix steht fest, dass das Verfahren der Zementmörtelsanierung als das geeignetste für die Durchführung der Baumaßnahme anzusehen und entsprechend auszuwählen ist.

4.2 Auswahl geeigneter Fachfirmen

Aus der Vielzahl der Tiefbau-, Rohrbau und Sanierungsfirmen auf dem Markt muss eine Auswahl für den Bieterkreis der Ausschreibung dieser Baumaßnahme getroffen werden.

Das DVGW-Arbeitsblatt GW 301 -Qualifikationskriterien für Rohrleitungsbauunternehmen- „...beinhaltet die personellen und sachlichen Anforderungen an Rohrleitungsbauunternehmen, die Gas- und Wasserrohrleitungen im Rahmen des jeweiligen Technischen Regelwerks errichten, instand setzen bzw. Arbeiten an den in Betrieb befindlichen Rohrleitungen ausführen. Die fachspezifischen Qualifikationskriterien dieses Arbeitsblattes sind Voraussetzung für die von der DVGW-Zertifizierungsstelle durchzuführende Zertifizierung von Rohrleitungsbauunternehmen“.⁴

Gemäß diesem Arbeitsblatt müssen alle in Frage kommenden Unternehmen über die Qualifikationsanforderung für Arbeiten an Rohrleitungen aller Drücke und Nennweiten aus den Werkstoffen Gusseisen, Stahl und Kunststoff (W1) und die Anforderung der Zusatzgruppe Rehabilitation für die Sanierung von erdverlegten Wasserrohrleitungen aus Gusseisen oder Stahl durch Zementmörtelauskleidung (R4) sverfügen.

Weiterhin zählen Referenzen im Bereich des Rohrleitungsbaus und der ZM-Auskleidung sowie Erfahrungswerte der RWW aus vorherigen Bauprojekten zu den entscheidenden Kriterien zur Auswahl einer geeigneten Fachfirma. Hierzu werden die Mitarbeiter des zuständigen Rohrnetzbezirks (Hilfskräfte, Rohrleger, Vorhandwerker, Techniker und Meister) befragt, welche Eindrücke Sie von den Firmen aus vergangenen Baumaßnahmen gewonnen haben und wie die Zusammenarbeit abgelaufen ist.

Somit reduziert sich die Auswahl auf einen beschränkten Bieterkreis, der sich aus den Firmen B, H, J, G, L, M, W zusammensetzt. Die Auswahl erfolgte in Abstimmung mit dem zuständigen Fachvorgesetzten.

⁴ Quelle: DVGW-Arbeitsblatt GW 301

5 Planungsphase

Nachdem die Entscheidung getroffen wurde, die Rohrleitung mittels Zementmörtelauskleidung zu sanieren kann nun mit der Feinkalkulation der Kosten, der Ausschreibung der Baumaßnahme und der Genehmigungsplanung begonnen werden.

5.1 Erstellung eines Leistungsverzeichnisses

Vor Erstellung des Leistungsverzeichnisses wird ein Übersichtsplan des zu sanierenden Leitungsabschnittes mit Hilfe des Netzwerkinformationssystems NIS erstellt. Hier werden die geplanten Haltungslängen und notwendigen Baugruben eingezeichnet und benannt (Übersichtsplan siehe Anlage A 3). Somit sind Anzahl und Lage der Baugruben definiert. Im Rahmen eines vor Ort Termins wird die Lage der Rohrleitung im Bereich der geplanten Baugruben durch den zuständigen Rohrnetzbetriebs festgestellt und gekennzeichnet. Dies dient zur Gewinnung von Informationen über Beschaffenheit der Oberfläche (unbefestigt, Pflasteroberfläche, bituminöse Oberfläche, hoher Kostenfaktor) und der Verkehrssituation vor Ort.

Die Erstellung des Leistungsverzeichnisses (Ausschnitt siehe Anlage A 2) für die anstehende Ausschreibung der Baumaßnahme erfolgt mit Hilfe der Software CuBa. Die notwendigen Tief- und Rohrbau- und Sanierungsarbeiten werden mit Hilfe eines Leistungskatalogs geplant und festgelegt und die anstehenden Massen ermittelt. Hierbei wird sehr detailliert vorgegangen um eine möglichst genaue Leistungsbeschreibung für die Ausschreibung zu erstellen, d. h. neben der Erstellung der Baugruben, dem Bodenaustausch, der Wiederherstellung der Oberflächen wird auch jeder Rohrschnitt, jede Flanschverbindung und Schweißnaht berücksichtigt.

Während der Erstellung des Leistungsverzeichnisses ist der Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGe-Ko) der RWW mit einzubeziehen um schon frühzeitig eventuelle Gefährdungspotenziale zu erkennen und abzustellen bzw. diese im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen (z. B. Arbeiten in engen Räumen/Rohren, Verwendung von Sauerstoffmessgeräten etc.)

Das so zusammengestellte Leistungsverzeichnis ist Hauptbestandteil der folgenden Ausschreibung.

5.2 Durchführung der Genehmigungsplanung

Um Baumaßnahmen auf öffentlichen Flächen durchzuführen ist die Genehmigung der zuständigen Gemeinde/Stadt zwingend erforderlich. Für Arbeiten im Bereich von klassifizierten Straßen (Autobahn, Bundesstraße, Landstraße etc.), Eisenbahnlinien, Wasserstraßen und Kanälen sind zusätzlich noch gesonderte Genehmigungen bei den verantwortlichen Behörden zu beantragen. Vor allen die letztgenannten Genehmigungen benötigen mitunter sehr lange Vorlaufzeiten von mehreren Monaten bis die Baumaßnahme begonnen werden kann.

Für diese Baumaßnahme ist die Genehmigung der Stadt Mülheim erforderlich, diese sollte erfahrungsgemäß sechs bis acht Wochen vor Baubeginn gestellt werden. In einem Anschreiben wird die Baumaßnahme beschrieben, der geplante Bauzeitraum aufgeführt und ein Übersichtsplan beigelegt. Bei dieser Maßnahme ist es notwendig, die Straße „Worringer Reitweg“ voll zu sperren, da sich die Rohrleitung in der Straßenmitte befindet und ein Passieren des Verkehrs unmöglich macht.

Weiterhin sind Polizei und Feuerwehr frühzeitig über die Baumaßnahme und die damit verbundene Straßensperrung zu informieren.

In der Genehmigung der Stadt Mülheim zu dieser Baumaßnahme wurden RWW noch verschiedene Auflagen erteilt wie z. B. Vorlegen der Verkehrsicherungs- und Umleitungsmaßnahmen vier Wochen vor Baubeginn und Ortstermine mit Feuerwehr und Ordnungsamt/Tiefbauamt.

Die geforderten Auflagen und Dokumente werden in Abstimmung mit der beauftragten Firma an die zuständigen Behörden weitergeleitet.

5.3. Ausschreibung, Auswertung der Ausschreibung und Vergabe der Bauleistung

Die Ausschreibung der Baumaßnahme setzt sich zusammen aus:

- **Vorbemerkungen.**
- **Leistungsverzeichnis**
- **Vergabebedingungen**

In den Vorbemerkungen wird die Baumaßnahme beschrieben. Spezifische Details, die Besonderheiten darstellen und die Randbedingungen den Bietern transparent machen sollen werden hier aufgeführt. Weiterhin wird auf entsprechend einzuhaltende Normen, Vorschriften und Regeln der Technik (z. B. DIN, DVGW, UVV) hingewiesen.

Das Leistungsverzeichnis führt jede einzelne Position mit Kurz- und Langtext sowie der zugehörigen Masse auf. Hier wird jede Art von Leistung exakt beschrieben und benannt, so dass dem anbietenden Unternehmen der Leistungsumfang unmissverständlich verdeutlicht wird und ein Preis für die jeweilige Position angeboten werden kann. Es ist besonders darauf zu achten, dass diese Beschreibungen klar und verständlich formuliert werden um ggf. später folgende Verständnisprobleme (bei der Rechnungsstellung typische Kommentare von Bauleitern: „So habe ich das nicht gesehen“, „Das muss noch zusätzlich vergütet werden, dass ist in der Position nicht mit enthalten“) zu verhindern.

Tabelle 8: Beispielhaft eine Position des Leistungsverzeichnisses der Ausschreibung⁵

| Kat.Nr. | Kurztext | Menge | Einheit | Langtext |
|---------|--|-------|----------------|---|
| 130400 | Gussasphalt gemäß ZtvBit-Stb heiß einbauen, bis 4 cm stark | 42 | m ² | Deckschicht aus Gussasphalt gemäß ZtvBit-Stb entsprechend den örtlichen Gegebenheiten, heiß einbauen, Ränder und Fugen fachgerecht ausbilden, durch Anwärmen verschmelzen bzw. mit Füllmasse dichten incl. aufräuen der Oberfläche mit bindemittelumhülltem Edelsplitt der Lieferkörnung 2/5 und/oder 5/8 bzw. abstumpfen mit trockenem bindemittelumhüllten Sand. Nicht festhaftenden Splitt durch Abwalzen Lösen. Überschüssiges Streumaterial entfernen. Die Oberfläche muss danach gleichmäßig beschaffen sein, bis 4 cm Stark. |

⁵ Quelle: Leistungskatalog RWW

In den Vergabebedingungen werden hauptsächlich rechtliche Parameter aufgeführt, welche der Bieter zu beachten hat und die Vertragsbestandteil werden. Weiterhin werden mit der Angebotsvorlage Unterlagen abgefragt, welche durch das angefragte Unternehmen einzureichen sind (z. B. Betriebshaftpflichtzugehörigkeit, Gefährdungsanalyse der Arbeitsplätze, Nachweis über erfolgte Unterweisungen der Beschäftigten gemäß UVV etc.). Gewährleistungsregelungen, Zahlungsvereinbarungen und zusätzliche technische Vorschriften für die Ausführung der Arbeiten sind ebenso Bestandteil wie die Benennung des Gerichtsstandes und der Erklärung des Bieters. Die Vergabebedingungen sind vom Bieter rechtsverbindlich zu unterzeichnen.

Der Submissionstermin (Abgabe der Angebote) wird in der Regel drei Wochen nach Versand angesetzt. Den Unternehmen wird Gelegenheit gegeben, sich im Rahmen eines vor Ort Termins einen Überblick über die Baumaßnahme zu verschaffen und technische Fragestellungen abzustimmen.

Nach der Submission wurde im August 2004 der Preisvergleich (ebenfalls mit der Software CuBa) angefertigt und ein Preisspiegel (siehe Tabelle 9) erstellt. Jede Position ist mit den angebotenen Preisen versehen und kann somit verglichen werden. Auf der ersten Seite des Preisspiegels wird das Gesamtergebnis dargestellt. Durch Prüfung des Preisspiegels können Fehler wie „Zahlendreher“, falsche Kommastellung etc. erkannt und nach Rücksprache mit dem betreffenden Unternehmen behoben werden. Hohe Preisabweichungen nach „oben und unten“ werden sichtbar und können gezielt angesprochen werden.

Tabelle 9: Ungeprüftes Ergebnis der Ausschreibung – Preisspiegel

| | |
|---------------------|---|
| Ausschreibung : | 80 04 08 1 |
| Arbeitsort : | Worringer Reitweg bis Friedhofstraße |
| Auszuf. Arbeit : | Sanierung Transportleitung DN 1000 Ruhrchemie, Teilstück Worringer Reitweg bis Friedhofstraße |
| Submissionstermin : | 19. August 2004, 12.00 Uhr |

| Unternehmer | Summe Ausschreibung | Summe Jahresvertrag | Summe aller Pos. die nicht im JV stehen | Summe JV + Summe aller Pos. die nicht im JV stehen | Differenz zum günstigsten Anbieter in EUR | Differenz zum günstigsten Anbieter in % | Anzahl günst. Angebote | Nachlass |
|-------------|---------------------|---------------------|---|--|---|---|------------------------|----------|
| M | 193043,05 | 39911,01 | 153132,04 | - | 30685,06 | 18,90 | 28 | |
| G | 162357,99 | 39911,01 | 122446,98 | - | 0,00 | 0,00 | 2 | |
| L | 183194,84 | 39911,01 | 143283,83 | - | 20836,85 | 12,83 | 17 | |
| W | 165625,36 | 39911,01 | 125714,35 | - | 3267,37 | 2,01 | 20 | |
| B | 164409,32 | 39911,01 | 124498,31 | - | 2051,33 | 1,26 | 29 | |
| H | 190341,43 | 39911,01 | 150430,42 | - | 27983,44 | 17,24 | 0 | |
| J | 174380,75 | 39911,01 | 134469,74 | - | 12022,76 | 7,41 | 20 | |

Günstigster Anbieter: G

Es wurden keine Nebenangebote eingereicht oder Sondervorschläge unterbreitet.

Nach Prüfung der Angebote wurden die in Tabelle 9 aufgeführten Preise bestätigt. Zu den folgenden Bietergesprächen wurden neben der Firma G noch die Firmen B und W eingeladen, da ihre Angebote in der Summe nur max. 2 % über der des günstigsten Angebots lagen. Im Verlauf der Bietergespräche wurden nochmals Fakten zur Baumaßnahme, Zahlungsbedingungen im Auftragsfall, Pauschalisierung des Angebotes und als wichtigster Punkt die Bauzeit abgestimmt. Gemäß Projektauftrag muss die Zeit der Außerbetriebnahme der Leitung so kurz wie möglich gehalten werden. Die Firmen G und B benannten diese Zeit mit maximal vier Wochen, Firma W würde sechs bis acht Wochen benötigen. Eine Vertragsstrafe (Pönale) in Höhe von 5 % der Bausumme bei Überschreitung der angegebenen Außerbetriebnamezeit von vier Wochen wurde von den Firmen B und G akzeptiert.

In den neuen Angeboten bestätigte Firma W sein vorheriges Angebot und bot keinen Nachlass an, die Firmen B und G boten die Leistung als Pauschale an (d. h. kein Aufmass der Bauleistung, Festpreis für die angefragte Leistung) wobei Firma B einen um 1,5 % höheren Nachlass gewährte und somit das günstigste Angebot abgegeben hat. Nach Rücksprache mit dem Vorgesetzten wurde die Firma B mit der Baumaßnahme beauftragt, das Protokoll des Bietergespräches wurde Vertragsbestandteil.

6 Ausführungsphase

6.1 Allgemeines

Nach Vergabe der Bauleistung an Firma B und Vorlage aller notwendigen Genehmigungen der Stadt Mülheim kann mit der Durchführung der Baumaßnahme begonnen werden.

Während der Bauzeit finden in regelmäßigen Abständen (hier alle 14 Tage) vor Ort Baubesprechungen statt, in denen aufgetretene Problematiken aufgezeigt und Lösungsmöglichkeiten diskutiert werden. Weiterhin werden kurzfristige Entscheidungen zur weiteren Vorgehensweise getroffen und den Bauleitern die Ergebnisse der permanenten Überwachung des Bauablaufes (z. B. Bauzeit) mitgeteilt. Hierbei kann erkannten Abweichungen gegenüber der Planung des Bauablaufs frühzeitig gegengesteuert werden.

Teilnehmer der Baubesprechungen sind die Bauleiter der Firma B, der zuständige Rohrnetzmeister der RWW, bedarfsweise Spezialisten anderer Fachabteilungen der RWW (z. B. Korrosionsschutz, SiGe-Koordinator) sowie der Projektleiter und Baubeauftragte der RWW (Verfasser dieser Studie).

Alle Baubesprechungen werden durch den Projektleiter protokolliert und entsprechend verteilt.

Die erste Baubesprechung findet rechtzeitig -mindestens 14 Tage vor Baubeginn- statt. Während dieser Besprechung sind alle Beteiligten der Baumaßnahme anwesend und es werden grundsätzliche Fragestellungen wie Materialbezug durch das RWW-Lager, Ansprechpartner mit Telefonnummern, Termine der Baubesprechungen, Bauablauf etc. abgestimmt und festgelegt.

Kurzfristig aufgetretene Probleme und Fragen werden telefonisch oder vor Ort mit dem Projektleiter geklärt. Dieser informiert seinerseits telefonisch oder per Email die relevanten Mitarbeiter und Stellen.

6.2. Anwendung der Kontrollinstrumente

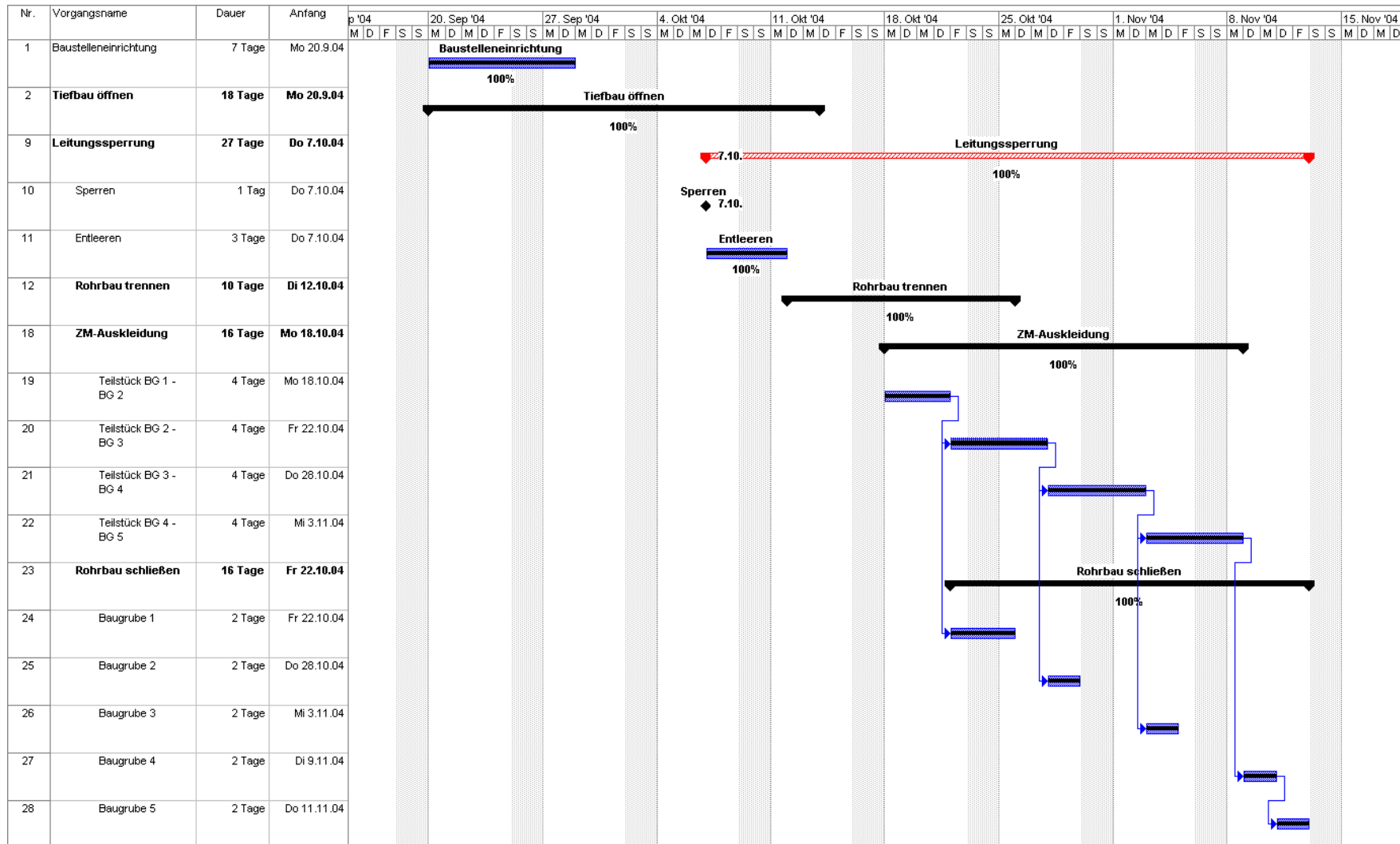
Nachstehend werden die Kontrolle der Zeit, der Ressourcen und der Kosten sowie der Qualität dargestellt und beschrieben.

6.2.1 Kontrolle und Überwachung der Bauzeit

Die Überwachung der Bauzeit erfolgt mittel eines Bauzeitenplans. Dieser wurde mit der Software Microsoft Project© erstellt. Der Bauablauf wurde im Rahmen der ersten Baubesprechung festgelegt und die Bauzeiten dafür abgeschätzt. Aus diesen Informationen und aus eigenen Erfahrungswerten erstellte der Verfasser einen detaillierten Bauzeitenplan der die einzelnen Bauabläufe (Arbeitspakete), beginnend mit der Baustelleneinrichtung, Ausschachtung der einzelnen Baugruben, Sperrung der Leitung, Rohrbau und Sanierungsarbeiten, Verfüllung der Baugruben und Inbetriebnahme der sanierten Leitung aufführt (siehe Abbildung 1).

Der Bauzeitenplan wird täglich aktualisiert, jedes Arbeitspaket wird je nach Baufortschritt bewertet (0-100 %, 100 % entspricht der Fertigstellung). Durch dieses Kontrollinstrument ist es frühzeitig möglich eventuell auftretenden Verzögerungen gezielt gegenzusteuern.

Abbildung 1: Ausschnitt des Bauzeitenplans – vor Baubeginn



6.2.2 Ressourcenkontrolle

Das benötigte Material wurde vom Verfasser während der frühen Planungsphase über eine Materialanforderung beim Einkauf der RWW bestellt. Hierbei war es wichtig, Absperrarmaturen und Stahlrohr in Nennweite DN 1000 rechtzeitig anzufordern, da Lieferzeiten von bis zu drei Monaten bei Materialien dieser Dimension vorliegen. Die Verfügbarkeit der geordneten Materialien wird mittels der Software SAP© in regelmäßigen Abständen abgefragt. Material in kleineren Nennweiten sowie Kleinteile sind ausreichend im eigenen Lager der RWW vorhanden. Die Materialien standen für diese Baumaßnahme pünktlich und in ausreichender Menge zur Verfügung.

Der Personaleinsatz obliegt der ausführenden Firma. B. RWW eigenes Personal wurde durch den zuständigen Rohrnetzmeister koordiniert.

6.2.3 Kostenkontrolle

Die Kostenkontrolle erfolgte ebenfalls mit der Software SAP©. Durch die Darstellung von Lohnstundenkosten, Materialkosten und Fremdleistungen (Bestellungen) ist jederzeit ein aktueller Überblick über die Kostenentwicklung möglich. Neben den Istkosten werden auch die noch verfügbaren Finanzmittel dargestellt. Durch zusätzliche Arbeiten wurden bei dieser Maßnahme Nachtragsaufträge in Höhe von ca. 10.000 € durch den Projektleiter genehmigt. Durch eine Erhöhung der Bestellung an die Firma B wurden diese unmittelbar berücksichtigt. Die Kosten für Lohnstunden von RWW Mitarbeitern und Materialkosten lagen etwas unterhalb der vorab kalkulierten Werte.

6.3 Qualitätskontrolle im Zuge der Baumaßnahme

Im Rahmen dieser Baumaßnahme sind eine Vielzahl von Kontrollen der Qualität der Baufirma und ihrer Lieferungen und Leistungen notwendig.

Gemäß § 3 der Baustellenverordnung ist durch den Auftraggeber ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator zu bestellen (hier ein RWW-Mitarbeiter). Dieser kontrolliert stichprobenartig den Zustand der Baustelle, der eingesetzten Maschinen und Geräte, die Verkehrssicherung und den Verbau der Baugruben sowie die persönliche Schutzausrüstung der Personen auf der Baustelle. Die Ergebnisse der Kontrollen werden unmittelbar an den Projektleiter per Baustellenkontrollblatt gemeldet. Dieser trifft entsprechend der aufgeführten Mängel direkt Entscheidungen um diese Mängel gezielt abzustellen.

Zur Kontrolle der Zementmörtelauskleidung sind gemäß DVGW Arbeitsblatt W 343 zahlreiche Kriterien zu beachten und zu erfüllen. Als eines der wichtigsten ist das Führen von Tagesberichten, die alle relevanten Daten (Außentemperatur, Saniertes Teilstück, Wasserzementwert, eingesetzte Materialien, Schichtdicke etc.) zu nennen. Weiterhin sind drei Probekörper vor Sanierungsbeginn zu gießen und in einem unabhängigen Labor gemäß den Vorgaben auf die Materialeigenschaften hin untersuchen zu lassen. Die Untersuchungsergebnisse sind RWW unaufgefordert mitzuteilen.

Während der Baumaßnahme kontrolliert der Projektleiter regelmäßig die Baustelle vor Ort und protokolliert dies entsprechend. Teilabnahmen der sanierten Rohrleitung wurden mittels Sichtkontrolle (Befahren der Leitung) und Schichtdickenmessung durch den Projektleiter durchgeführt.



Bild 1: Schichtdickenmessung



Bild 2: Befahren der Rohrleitung



Bild 3: Rohrleitung vor Sanierung

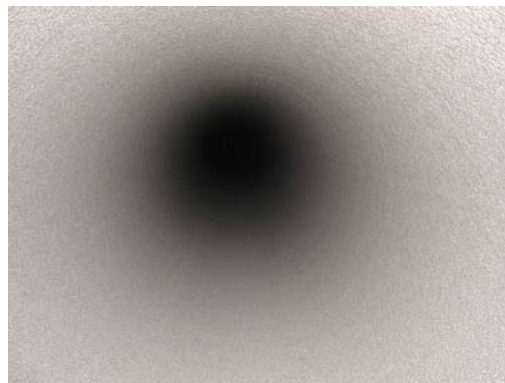


Bild 4: Rohrleitung nach Sanierung

6.4 Abnahme der Bauleistung, Gewährleistung

Die Abnahme der Bauleistung erfolgt förmlich, d. h. im Rahmen eines Ortstermins wird die Örtlichkeit im Bereich der Baumaßnahme begangen und alle augenscheinlichen Mängel protokolliert. Dem Unternehmen wird eine Frist zum Erledigen der Mängel gesetzt, welche zwingend einzuhalten ist. Diese Baumaßnahme zeigte keinerlei Mängel auf.

Ab dem Zeitpunkt der Abnahme beginnt die Gewährleistungsfrist die gemäß den Vergabebedingungen der RWW (siehe auch 5.3) fünf Jahre beträgt. Der Bieter haftet für seine Leistungen gemäß den Bedingungen der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB, Teil B, welche auch Bestandteil der Ausschreibung war. Weiterhin wird ein Sicherheits-einbehalt von 5 % der Auftragssumme einbehalten um ggf. entstehende Schäden während des Gewährleistungszeitraumes durch andere Unternehmen beheben zu lassen (z. B. im Falle einer Insolvenz der ursprünglich beauftragten Firma).

7 Dokumentation

Die Dokumentation ist einer der wichtigsten Punkte im Bereich der Projektarbeit. Sie erfolgt permanent in allen Phasen des Projektes und muss klar strukturiert sein. Mittels einer gut angelegten Dokumentation muss gewährleistet sein, dass sich ein Dritter in angemessener Zeit zurechtfindet und die von ihm benötigten Informationen erhält. Der Vertreter des Projektleiters muss ggf. jederzeit in der Lage sein das Projekt weiterzuführen.

Die Dokumentation dieser Baumaßnahme beginnt mit dem Projektauftrag, in dem das Projektziel und die Rahmenbedingungen definiert sind. Weitere Bestandteile der Dokumentation sind Kalkulationsdaten, Ausschreibung, Preisspiegel, interne Investitionsanträge und Laufzettel, in- und externer Schriftverkehr, Genehmigungen, Protokolle, Bauzeitenplan, Auszüge aus SAP zwecks Kostenkontrolle, SiGe-Koordination, Zeugnisse des Auftragnehmers, Dokumentation der Bauüberwachung, Bilder der Baumaßnahme und Telefonnotizen.

Die Dokumentation erfolgt in schriftlicher Form mit der Ablage in DIN A4 Ordnern sowie einer strukturierten Datensicherung auf einem Netzwerkservers der RWW, der für alle Mitarbeiter der Rohrnetzplanung zugänglich ist.

Nach Ende der Baumaßnahme werden die angefallenen Kosten mittels SAP ermittelt und mit den geplanten Kosten verglichen (Nachkalkulation). Die Ergebnisse der Nachkalkulation sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Tabelle 10: Projektnachkalkulation

| | Fremdleistung (Bestellungen) | Material | RWW- Lohnstunden |
|-------------------|---|-----------------|-----------------------------|
| Plankosten | 174.000 € | 12.000 € | 10.000 € |
| Istkosten | 169.080 € | 10.450 € | 8.520 € |

Somit liegen die gesamten Projektkosten in Höhe von 188.050 € um 7.950 € unterhalb der kalkulierten Kosten und stellen ein gutes Projektergebnis aus Kostensicht dar.

Im Verlaufe dieser Baumaßnahme fielen noch zusätzlich drei Baugruben an, die außerplanmäßig erstellt werden mussten. Mit Hilfe des Bauzeitplanes wurden diese koordiniert und in geeigneten Bauphasen erstellt. Somit konnte die Baumaßnahme früher als geplant beendet werden. Die Zeit der Außerbetriebnahme wurde um fünf auf 25 Tage reduziert.

Weiterhin dient die Dokumentation als Nachweis der Pflichten des Auftraggebers. Mittels der Baustellenkontrollblätter kann nachgewiesen werden, dass die Baumaßnahme regelmäßig überwacht und kontrolliert wurde und somit ein Organisationsverschulden des Unternehmens diesbezüglich ausgeschlossen werden kann.

Für nachfolgende Projekte mit ähnlicher Aufgabenstellung dient die Dokumentation dieser Baumaßnahme als Vorlage und erleichtert die Durchführung eines neuen Projekts erheblich. Aufgetretene Probleme und deren Lösung sowie neu gewonnene technische Aspekte und Bauabläufe mit ihren Zeiten werden neben der Nachkalkulation im Abschlussbericht des Projektes fixiert und liefern wichtige Erkenntnisse für neue Projekte. Ausschreibungen können besser spezifiziert, Kosten und Bauzeiten genauer kalkuliert und geplant werden.

Eine wesentliche Erkenntnis dieses Projekts war, dass die Reinigung der Rohrleitung mittels Wasserhöchstdruck nicht wie geplant funktionierte. Es wurde daher eine mechanische Reinigung angewendet. Zukünftig wird in der Ausschreibung dem Anbieter die Art der Reinigung freigestellt, sie muss nur den Anforderungen des DVGW-Arbeitsblattes W 343 entsprechen.

Zum Projektabschluss findet noch ein „Feedback-Gespräch“ mit allen Beteiligten statt. Hierbei wird im Nachhinein der Bauablauf betrachtet und bewertet. Es findet ein Feedback aus dem Projektteam statt. Hierbei wird auch die Arbeit des Projektleiters bewertet. Die gemeinsame Zusammenarbeit und Motivation im Projektverlauf sind eine wertvolle Hilfe für die zukünftige Projektsteuerung.

8 Zusammenfassung

Nach Abschluss des Projektes können folgende Aussagen getroffen werden:

- Die Zielvorgaben wurden erreicht
- Die vorgegebenen Termine wurden eingehalten
- Der Kostenrahmen wurde eingehalten

Somit lässt sich eindeutig sagen, dass das Projekt in jeder Hinsicht erfolgreich abgeschlossen worden ist.

In dieser Projektarbeit wurden die verwendeten Instrumente des Projektmanagements aufgezeigt und deren Einsatz bei der Durchführung eines Projektes anhand einer aktuellen Baumaßnahme aus der Wasserversorgung beschrieben. Die einzelnen Phasen des Projektes -beginnend von dem Projektauftrag über Vorplanung, Ausführung bis hin zum Projektabschluss und der Dokumentation- wurden anschaulich dargestellt. Mit Unterstützung und durch Anwendung dieser Instrumente war es möglich das Projekt wirtschaftlich und effizient durchzuführen.

Weiterhin ist durch diese Fallstudie ein „Leitfaden“ entstanden mit dessen Hilfe zukünftige Projekte im Bereich der Rohrnetzplanung der RWW durchgeführt werden können

Literaturverzeichnis

Deutsches Institut für Normung e. V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Deutsches Institut für Normung im Auftrag des Deutschen Vergabe- und Vertragsausschusses für Bauleistungen, Beuth Verlag GmbH, Berlin 2004

DIHK-Bildungs GmbH, „Technischer Betriebswirt IHK Technische Betriebswirtin IHK – Organisation und Unternehmensführung Band 1“

DIHK-Bildungs GmbH, „Technischer Betriebswirt IHK Technische Betriebswirtin IHK – Organisation und Unternehmensführung Band 2“

DVGW: Arbeitsblatt W 343, Sanierung von erdverlegten Guss- und Stahlrohrleitungen durch Zementmörtelauskleidung – Einsatzbereiche, Anforderungen, Gütesicherung und Prüfung. DVGW, Bonn 2003

DVGW: Arbeitsblatt W 400 Teil 1, Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen – Planung. DVGW, Bonn 2003

DVGW: Arbeitsblatt W 400 Teil 2, Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen – Bau und Prüfung von Wasserverteilungsanlagen. DVGW, Bonn 2002

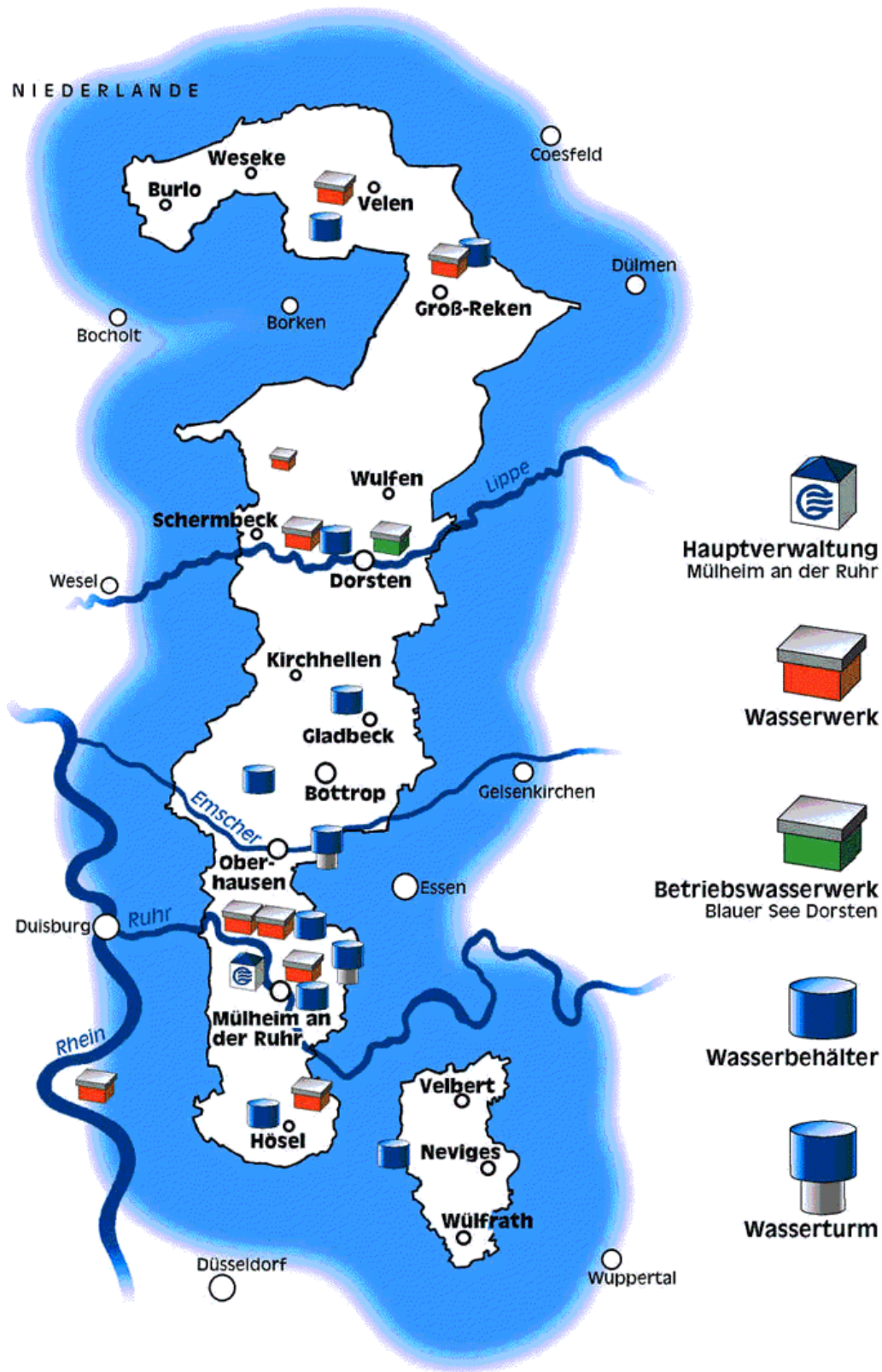
DVGW: Arbeitsblatt W 400 Teil 3, Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen – Betrieb und Instandhaltung. DVGW, Bonn 2004

Homepage der Rheinisch Westfälischen Wasserwerksgesellschaft RWW:
www.rww.de

RWW Infobroschüre, Mülheim 2003

RWW Leistungskatalog, Mülheim 2004

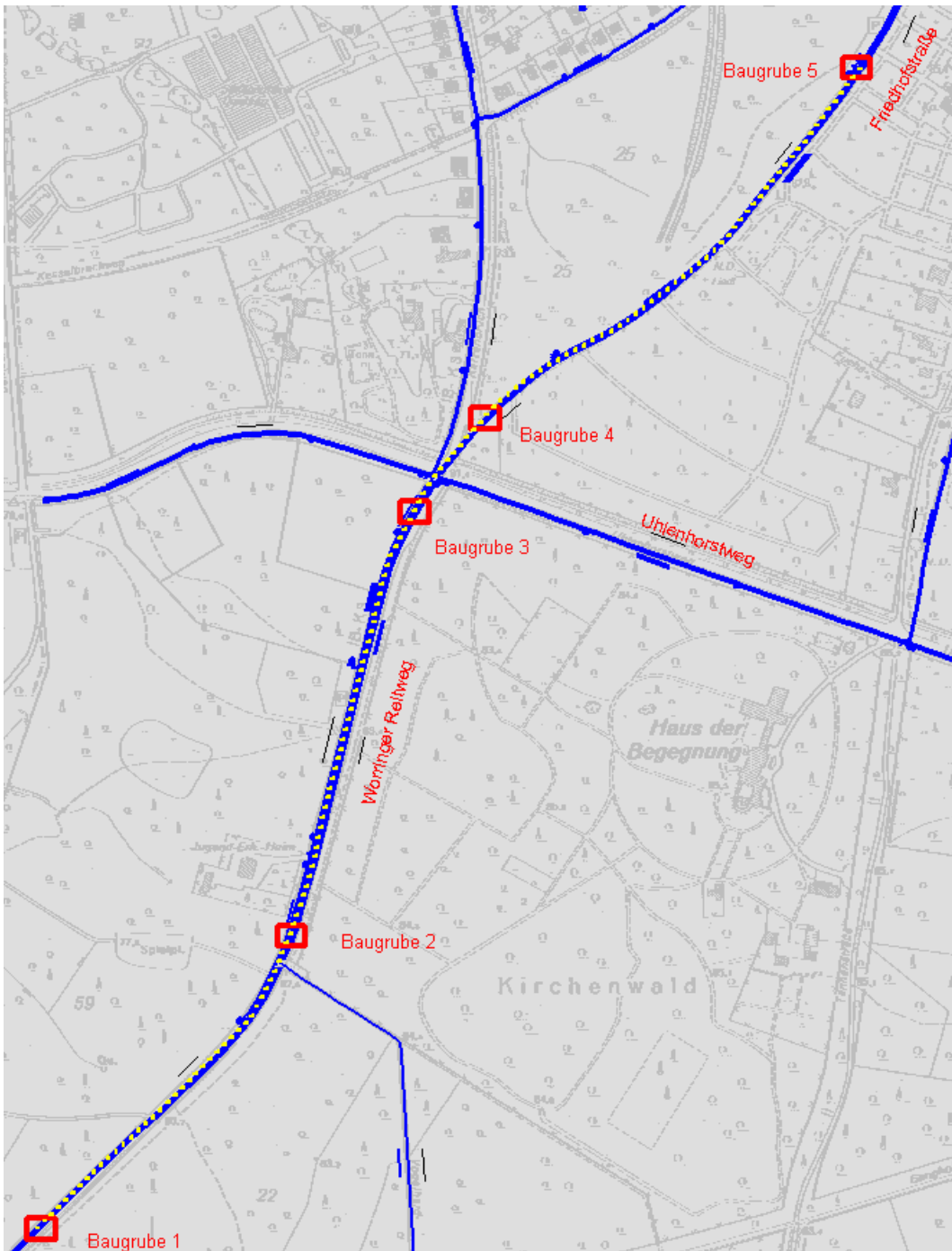
Anhang A1: Übersichtsplan des Versorgungsgebietes der RWW



Anhang A 2: Auszug Massenkalkulation

| KatalogNr. | KatNr. Kurztext | Menge | ME | Formel |
|------------|---|---------|----------------|---|
| 181910 | Aufschweißen von Messkontakten auf die Rohrleitung | 6,00 | Stck | |
| 700546 | Verkehrsregelung, Über- und Innerörtliche | 1,00 | Stck | |
| 110140 | Baugrube außerhalb des Rohrgrabens ausheben, Maschinen-Arbeit, bis 3,00 m Tiefe | 63,000 | m ³ | 7*(3*3*1,0) |
| 110170 | Baugrube außerhalb des Rohrgrabens, Handschachtung/Maschinen-Unterstützung, bis 3 m Tiefe | 75,600 | m ³ | 7*(3*3*1,2) |
| 110200 | Baugrube außerhalb des Rohrgrabens, Handschachtung bis 3,00 m Tiefe | 44,100 | m ³ | 7*(3*3*0,7) |
| 110340 | Aushub, nicht wiedereinbaufähig, abfahren, abladen und planieren | 155,145 | m ³ | 7*(3m * 3m * 2,5m) - (1000mm * 1000mm * 0,785 * 3m) |
| 110350 | Steinfreien Sand liefern, in den Rohrgraben einbringen | 98,445 | m ³ | 7*(3m * 3m * 1,6m) - (1000mm * 1000mm * 0,785 * 3m) |
| 120060 | Bituminöse Straßendecke, incl. Tragschicht aufnehmen, bis 30 cm stark | 63,00 | m ² | 7*(3*3) |
| 120100 | Unterbau aus Schotter, Mineralbeton, lösen, lagern, Unterbau in einer Stärke über 30 cm. | 28,350 | m ³ | 7*(3*3*0,45) |
| 130010 | Füllkies gem. ZTVE-StB und ZTVT-StB einbauen, verdichten, über 30 cm stark | 31,500 | m ³ | 7*(3*3*0,5) |
| 130030 | Mineralbeton gem. ZTVE-StB und ZTVT-StB einbauen, bis 30 cm stark | 18,900 | m ³ | 7*(3*3*0,3) |
| 130050 | Siebschlacke oder Mineralbeton, 0/45 mm, frei Baustelle liefern | 39,690 | t | 7*(3*3*0,3*2,1) |
| 130120 | Bituminöse Tragschicht gem. ZTVT-StB heiß einbauen, verdichten, bis 16 cm stark | 78,28 | m ² | 7*(3,2*3,2)+3*(1,1+1,1) |
| 130170 | Bituminöses Fugenband -wie Tok-Band- liefern, verlegen, walzen, versiegeln, bis 20,00 m | 105,60 | m | 7*(3,3+3,3+3,3+3,3)+3*(1,1+1,1+1,1) |
| 130290 | Asphaltränder der alten Decke scharfkantig schneiden, bis 40 cm Tiefe | 105,29 | m | 7*(3*3)+5+(3,3*3,3)+3*(1+1+1+1)+3*(1,2+1,2+1,2+1,2) |
| 130350 | Asphaltbeton gemäß ZTVBit-StB heiß einbauen, verdichten bis 4 cm stark | 80,55 | m ² | 7*(3,3*3,3)+3*(1,2*1,2) |
| 140840 | Kippgebühr für Boden der Bodenklasse 1-5 | 81,900 | m ³ | 7*(3*3*1,3) |
| 110180 | Baugrube außerhalb des Rohrgrabens, Handschachtung/Maschinen-Unterstützung, bis 4 m Tiefe | 45,600 | m ³ | 2*3*3,8*2 |
| 110050 | Rohrgraben/Baugrube, Handschachtung / Maschinen-Unterstützung, bis 1,50 m Tiefe | 4,500 | m ³ | 3*(1*1*1,5) |

Anhang A 3: Übersichtsplan der Baumaßnahme



Erklärung

Ich versichere, dass ich die Arbeit ohne fremde Hilfe und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln erstellt habe.

Henning Wagner