

# **Beispiel- LAK**

**Liegenschaftsbezogenes  
Abwasserentsorgungskonzept**

**LAK Teil B**

**Autobahn- und  
Fernmeldemeisterei**

**(L-Nr. 100000)**

**02.03.2009**

**Auftraggeber, Anschrift**

**Auftragnehmer, Anschrift**

## Inhaltsverzeichnis

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Planverzeichnis .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>0     Administrative Daten .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1     Veranlassung und Aufgabenstellung .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1     Veranlassung .....  | 2         |
| 1.2     Aufgabenstellung .....  | 2         |
| 1.3     Zusätzliche planerische Randbedingungen .....   | 3         |
| 1.3.1     Fortschreibung Bestand.....   | 3         |
| 1.3.2     Fortschreibung Zustand.....   | 4         |
| <b>2     Festlegung des Bedarfs an Baumaßnahmen .....</b>   | <b>5</b>  |
| 2.1     Betrachtung der Untersuchungsvarianten .....  | 5         |
| 2.1.1     Vorbemessung der Sonderbauwerke .....   | 6         |
| 2.1.2     Umbau des Kanalnetzes.....  | 10        |
| 2.1.3     Kostenvergleich .....   | 11        |
| 2.1.4     Fachliche Bewertung .....   | 13        |
| 2.2     Vorbemessung von Sonderbauwerken .....  | 14        |
| 2.2.1     Kontroll- und Reinigungsbecken.....   | 14        |
| 2.2.2     Regenrückhaltebecken .....  | 15        |
| 2.2.3     Versickerungsmulden .....   | 16        |
| 2.3     Festlegung neuer und rückzubauender Abschnitte .....  | 16        |
| 2.4     Festlegung der haltungsbezogenen Sanierungsart.....   | 18        |
| 2.5     Zustandserfassung (und Sanierung) der im LAK Teil A nicht untersuchten<br>Anschlussleitungen..... | 19        |
| 2.6     Hydraulische Nachrechnung der Sanierungsplanung .....   | 20        |
| 2.7     Bildung von Sanierungsabschnitten .....   | 20        |
| 2.8     Kostenschätzung .....   | 21        |
| 2.9     Fortschreibung betrieblicher Hinweise .....   | 22        |
| 2.10     Einordnung der Baumaßnahmen gemäß RBBau.....   | 22        |
| <b>3     Anlagen.....</b>   | <b>23</b> |

Kommentar:     Die Gliederung des Beispiel-LAKs Teil B wurde gegenüber den Vorgaben der Technischen Spezifikationen des Anhangs A- 8.3.5 der Arbeitshilfen Abwasser um einige Punkte ergänzt:

- Einleitend sind die administrativen Daten für die Liegenschaft und das LAK zusammengestellt (Abs. 0).
- Die Veranlassung und Aufgabenstellung des LAK Teil B wird gesondert formuliert (Abs.1). Grundlage sind die Ergebnisse des LAK Teil A sowie zusätzliche Randbedingungen wie z.B. die Fortschreibung des Bestandes gegenüber LAK Teil A.
- Die Festlegung des Bedarfs an Baumaßnahmen beinhaltet zusätzlich eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung mehrerer im LAK Teil A vorgeschlagener Varianten (Abs. 2.1).

Grundsätzlich wird darauf hingewiesen, dass Abweichungen der Gliederung eines LAKs von den Vorgaben der Arbeitshilfen Abwasser im Einzelfall sinnvoll sein können. Bei der Vergabe an Dritte wäre in diesem Fall ggf. der Leistungskatalog anzupassen.

## **Planverzeichnis**

|            |  |       |
|------------|--|-------|
| Plan B 1.1 | Übersichtslageplan Bestand ( <i>Fortschreibung Bestand</i> ) | 1:500 |
| Plan B 1.2 | Übersichtslageplan Sanierungsabschnitte                      | 1:500 |
| Plan B 1.3 | Lageplan Sanierungskonzept                                   | 1:500 |
| Plan B 1.4 | Fließschema Fortschreibung Bestand                           |       |
| Plan B 1.5 | Fließschema Vorzugsvariante (Untersuchungsvariante 2)        |       |

## 0 **Administrative Daten**

|   |   |
|---|---|
| Liegenschaft (LNr.):                          | Autobahn- und Fernmeldemeisterei (100000)   |
| Fachaufsichtführende Ebene der Bauverwaltung: | Oberfinanzdirektion, Anschrift              |
| Bauaufsichtführende Ebene der Bauverwaltung:  | Bauamt, Anschrift                           |
| Hausverwaltende Dienststelle:                 | Straßenbauamt, Anschrift                    |
| Nutzung der Liegenschaft:                     | Autobahn- und Fernmeldemeisterei, Anschrift |
|   |   |
| Zuständige Wasserbehörde:                     | Behörde, Anschrift                          |
| Kommunale Abwasserbeseitigung:                | Gemeinde, Anschrift                         |
| Bearbeitung LAK Teil A:                       | Ingenieurbüro, Anschrift                    |
| Datum des LAK Teil A:                         | 31.08.2008                                  |
| Bearbeitung LAK Teil B:                       | Ingenieurbüro, Anschrift                    |
| Grundlage LAK Teil B:                         | Arbeitshilfen Abwasser, Stand März 2007     |

Kommentar: Die Grundlage für die Bearbeitung ist die im Ingenieurvertrag festgeschriebene Fassung der Arbeitshilfen Abwasser.

## **1 Veranlassung und Aufgabenstellung**

### **1.1 Veranlassung**

Nach den Ergebnissen der Bestands- und Zustandserfassung und der Zustandsbewertung im Rahmen des LAK Teil A besteht auf der Liegenschaft ein Bedarf zur Festlegung von Baumaßnahmen.

### **1.2 Aufgabenstellung**

In der abschließenden Besprechung zum LAK Teil A wurde mit den generellen planerischen Festlegungen der Umfang des LAK Teil B vorgeschlagen. Auf Veranlassung der Fachaufsichtführenden Ebene der Bauverwaltung wurde der freiberuflich Tätige (*im Folgenden: Auftragnehmer AN*) von der Baudurchführenden Ebene der Bauverwaltung (*im Folgenden: Auftraggeber AG*) mit der Erstellung eines LAK Teil B gemäß den Arbeitshilfen Abwasser (Stand März 2007) beauftragt.

*Kommentar:* Das Protokoll ist im Beispiel nicht enthalten. Besprechungsprotokolle sind den Anlagen des LAK's beizufügen.

Demnach sind im LAK Teil B folgende Festlegungen zu treffen:

- Es sind geeignete Maßnahmen zur bautechnischen Sanierung des Regen- und des Schmutzwassernetzes vorzuschlagen.
- Die Regenwassereinleitungen in das als Vorflut genutzte Fließgewässer sind gemäß der Vorgabe der Wasserbehörde zu drosseln. Hierfür ist ein Regenrückhaltebecken (RRB) mit vorgeschaltetem Kontroll- und Reinigungsbecken zu planen.
- Es ist ein Konzept für die entwässerungstechnische Neuregelung im Zufahrtsbereich der Liegenschaft zu erstellen. Im Einzelnen sind folgende Punkte zu beachten:
  - Rückbau der Haltungen 201P01, 201003, 201002 und 201001
  - Rückbau der Kleinkläranlage 201KLA02
  - Überprüfung der Funktion und Anschlusssituation der Haltungen 201104, 201103, 201208 und 201206 (Anschluss von 2 außerhalb der Liegenschaft gelegenen Wohngebäuden an das Abwassersystem der Liegenschaft)

#### **Untersuchungsvarianten**

Bezüglich des Umgangs mit den Niederschlagsabflüssen im östlichen Liegenschaftsbereich (Fernmeldemeisterei und Kabellager) sind drei Varianten zu untersuchen und in einem Kostenvergleich gegenüberzustellen:

- Variante 1: Die Flächen werden über neue Haltungsstränge an das Regenwassernetz und somit an das zentrale RRB angeschlossen.
- Variante 2: Die Abflüsse werden ortsnahe versickert.
- Variante 3: Die Abflüsse werden vor der Einleitung in das Fließgewässer durch ein semizentrales RRB gedrosselt.

### 1.3 Zusätzliche planerische Randbedingungen

Der Kanalbestand hat sich seit der Erstellung des LAK Teil A verändert. Die Fortschreibung des Bestandes ist bei der Bearbeitung des LAK Teil B zu berücksichtigen.

Entsprechend der Empfehlung des LAK Teil A wurde der Schaden an der Schmutzwasserhaltung 200006 durch eine Sofortmaßnahme behoben.

#### 1.3.1 Fortschreibung Bestand

Vor der Bearbeitung des LAK Teil B sind die Bestandsdaten der Liegenschaft fortzuschreiben, da seit Abschluss des LAK Teil A folgende Baumaßnahmen im zentralen Bereich der Liegenschaft durchgeführt wurden:

- Die Dachflächen der neu gebauten Kfz-Halle wurden an das Regenwassernetz (Haltungen 100023, 100025, 100027) angeschlossen. Der Schmutzwasserabfluss der Kfz-Halle wurde über eine Pumpe an den Schacht 200008 angeschlossen.
- Im Bereich der Streugutlagerhalle wurde ein Sole-Recycling-System (SRS) gebaut. Im Sole-Recycling-System werden die potenziell salzhaltigen Abflüsse aufgefangen und in einem Behälter gespeichert. Während der Streugut-saison (Winter) wird das Wasser für die Sole-Herstellung genutzt und befindet sich in einer geschlossenen Kreislauflösung. Außerhalb der Streugutsaison (Sommer) werden die Abflüsse dem Regenwasserkanal zugeführt.

*Kommentar:* Die Durchführung von Baumaßnahmen zwischen den Teilen A und B eines LAK in dem beschriebenen Umfang stellt nicht den Regelfall dar. Eine sachgerechte Festlegung des Sanierungsbedarfs kann jedoch nur auf der Grundlage des aktuellen Bestandes erfolgen. Da die Bestandsfortschreibung keine Standardposition im Leistungsverzeichnis für ein LAK, Teil B ist, ist sie als zusätzliche Position zu vereinbaren.

*Kommentar:* Nach der Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS) vom 17.05.1999 wird Streusalz der Wassergefährdungsklasse 1 (schwach wassergefährdend) zugeordnet. Die Sammlung und Nutzung der potenziell streusalzbelasteten Abflüsse für die Soleherstellung ist eine Möglichkeit, das als Vorflut genutzte Gewässer vor Verunreinigungen oder sonstigen nachteiligen Veränderungen aufgrund von Streusalz zu schützen. Alternativ sind auch betriebliche Maßnahmen/Beschränkungen möglich. Im Einzelfall ist eine Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde erforderlich.

Der neue Kanal- und Leitungsbestand ist aus dem fortgeschriebenen

- „Übersichtslageplan Bestand“ (Plan B 1.1)

ersichtlich. Die strukturelle Fortschreibung des Bestandes kann anhand des

- „Fließschemas Fortschreibung Bestand“ (Plan B 1.4)

nachvollzogen werden.

Die neuen Kanalstammdaten sind in Anlage 5 enthalten.

- Datei: Beispiel\_LAK\_Teil\_B\_Bestand\_nach\_Baumassnahmen.xml

Aufgrund der veränderten Anschlusssituation war eine erneute Nachrechnung der hydraulischen Auslastung des Regenwassernetzes erforderlich. Hierbei wurde zusätzlich der Anschluss weiterer Flächen im östlichen Liegenschaftsbereich (Fernmeldemeisterei, Kabellager) an das Kanalnetz berücksichtigt, da dieser als eine mögliche Planungsvariante (vgl. Abs. 1.2) untersucht werden soll.

Die detaillierten Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen sind in Anlage 4 enthalten.

Auch nach der Fortschreibung des Bestandes ist das Kanalnetz ausreichend dimensioniert.

### **1.3.2 Fortschreibung Zustand**

Nach Abschluss des LAK Teil A wurde die Haltung 200006 saniert. Durch Einziehen eines Kurzschlauches wurde der 60 cm lange Längsriss abgedichtet und die Standsicherheit des Rohrkörpers wiederhergestellt. Der Anschluss im Bereich des Schachtes 200004 wurde erneuert.

## **2    Festlegung des Bedarfs an Baumaßnahmen**

### **2.1    Betrachtung der Untersuchungsvarianten**

*Kommentar:*    Die Betrachtung von Untersuchungsvarianten erfolgt vor der Festlegung der Baumaßnahmen, um unterschiedliche Konzepte auf ihre Wirtschaftlichkeit hin vergleichend zu bewerten. Auf die Notwendigkeit von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gem. [RBBau, 2003] wird hingewiesen.

Im Folgenden werden die gem. Abschnitt 1.2 definierten Varianten untersucht:

- Variante 1: Die Flächen der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers werden über neu herzustellende Haltungen an das Regenwassernetz und somit an das neu zu bauende Regenrückhaltebecken (RRB) angeschlossen.
- Variante 2: Die Flächen der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers werden nicht an das Regenwassernetz angeschlossen. Die Niederschlagsabflüsse werden einer neu zu bauenden Versickerungsanlage zugeführt.
- Variante 3: Die Abflüsse aus dem Bereich der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers werden vor der Einleitung in das Fließgewässer durch ein neu zu bauendes, semizentrales RRB auf das vorgeschriebene Maß gedrosselt. Um die Vorgabe der Wasserbehörde einzuhalten, ist der Drosselabfluss des zentralen RRB für diese Variante entsprechend zu vermindern.

Bei der Variante 3 werden 20 % der Gesamtliegenschaft an ein semizentrales RRB angeschlossen. Der Drosselabfluss müsste also 20 % des für die gesamte Liegenschaft vorgeschriebenen Abflusses von 5,5 l/s entsprechen. Für das semizentrale RRB ist somit ein Drosselabfluss von rd. 1 l/s anzusetzen. Für dieses RRB sind die gleichen technischen Anlagen vorzuhalten wie für das zentrale RRB, was zu einem hohen spezifischen Preis und insgesamt zu hohen Neubaukosten führt.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist die ortsnahe Versickerung (Variante 2) der gedrosselten Einleitung in das Fließgewässer (Variante 3) grundsätzlich vorzuziehen.

Aufgrund der wasserwirtschaftlichen und der absehbaren ökonomischen Nachteile wird die Variante 3 in Abstimmung mit dem Auftraggeber ausgeschlossen und im Folgenden nicht weiter betrachtet.

Es verbleiben die Untersuchungsvarianten 1 und 2.



## 2.1.1 Vorbemessung der Sonderbauwerke

### a) Regenrückhaltebecken

Für beide Varianten ist das Regenrückhaltebecken vor der Einleitung in das als Vorflut genutzte Fließgewässer zu bemessen. Die Wasserbehörde fordert hierfür einen Drosselabfluss von  $1,5 \text{ l/(s ha } A_{\text{ges}})$  für das 5-jährliche Ereignis.

Für beide Sanierungsvarianten ergibt sich auf Grundlage der Gesamtfläche der Liegenschaft für das RRB ein Drosselabfluss von  $5,5 \text{ l/s}$ .

*Kommentar:* Das Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer stellt gem. Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eine Benutzung des Gewässers dar und bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis gemäß § 7 WHG. Diese ist von der zuständigen Wasserbehörde zu erteilen.

„Die Vorgabe zulässiger Abflusswerte würde sich im Idealfall an den Hochwasserabflussspenden des ursprünglich unbebauten Gebietes orientieren. Diese bewegen sich abhängig von Gebietsmerkmalen und Überschreitungshäufigkeit zwischen  $1$  und  $10 \text{ l/(s ha)}$ . Eine derart starke Begrenzung lässt sich jedoch für ein bebautes Gebiet zumeist nicht einhalten, so dass eine auf die örtlichen Gegebenheiten und die Bebauungsstruktur abgestimmte Erhöhung des zulässigen Abflusswertes sachgerecht ist.“ [ATV-DVWK-Kommentar zum Regelwerk ATV-DVWK A 118 „Hydraulische Berechnung von Entwässerungssystemen“, Hennef 2000]

Der im Beispiel vorgegebene zulässige RW-Abfluss von der Liegenschaft ist demnach aus wasserwirtschaftlicher Sicht durchaus zu strikt gewählt.

Die Begrenzung von RW-Einleitungen wird i.d.R. abhängig von der Leistungsfähigkeit des als Vorflut genutzten Gewässers festgelegt. Hierbei sind die Regelungen der einzelnen Bundesländer zu beachten. Die Entscheidung ist im Einzelfall mit der zuständigen Wasserbehörde abzustimmen.

Folgende Flächen sind bei den Varianten an das RRB angeschlossen:

**Tabelle 1 Angeschlossene Flächen (RRB)**

| Flächenart  | Fläche [ha]   | Variante 1<br>(ohne Versickerung) | Variante 2<br>(mit Versickerung) |
|-------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| befestigt   | Dach          | 0,4                               | 0,3                              |
|             | Hof           | 0,9                               | 0,8                              |
| unbefestigt | Grün          | 2,3                               | 1,9                              |
|             | <b>Gesamt</b> | <b>3,7</b>                        | <b>3,0</b>                       |

Die befestigten Flächen entsprechen den Haltungsflächen der hydraulischen Berechnung. Für die Versickerung wird davon ausgegangen, dass auch anliegende unbefestigte Flächen zu den Versickerungsanlagen hin entwässern. Die unbefestigten Flächen der Gesamtliegenschaft wurden daher für die Variante 2 (mit Versickerung) proportional zu der Abkopplung der befestigten Flächen vermindert.

Die Vordimensionierung des RRB erfolgte gemäß DWA-Arbeitsblatt A 117 im Nachweisverfahren mit dem Berechnungsprogramm KOSIM.

Es wurde die Regenreihe CN08 als charakteristische Niederschlagsdatenreihe für die Region 8 in Niedersachsen verwendet. Die Regendaten liegen für den Zeitraum 01.01.1976 bis 31.12.1986 vor.

*Kommentar: Für die Berechnung von Speicherbauwerken mit einer Langzeitkontinuumssimulation sind hinreichend lange Niederschlagszeitreihen erforderlich. Diese können in einigen Bundesländern über die zuständigen Fachbehörden bezogen werden.*

*Für den Fall, dass die Beschaffung von Niederschlagsdaten ohne erheblichen Kostenaufwand nicht möglich ist, wird empfohlen, die Speicherbauwerke nach dem Lastfallkonzept unter Verwendung der örtlichen Regenspenden gem. KOSTRA-Atlas (DWD) zu berechnen.*

Das RRB wurde als offenes Erdbecken mit einem Drosselabfluss von konstant 5,5 l/s und einer Bemessungshäufigkeit von  $n=0,2/a$  berücksichtigt.

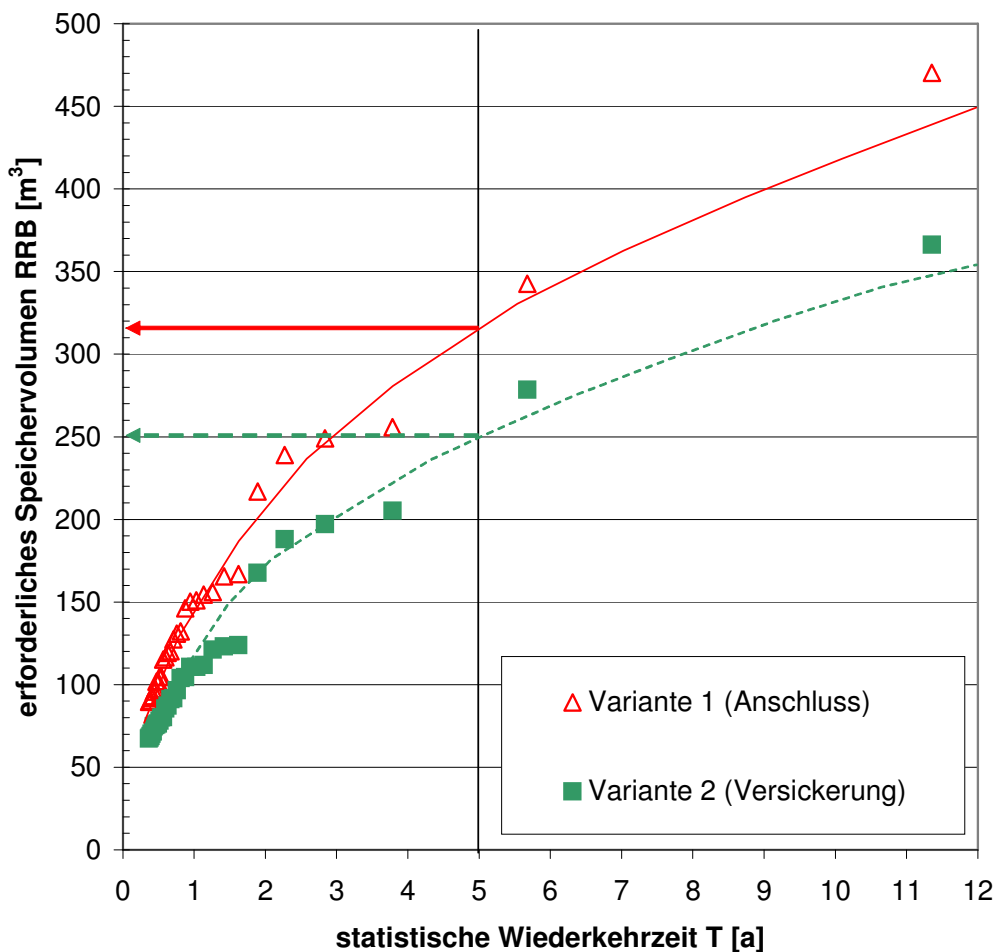
*Kommentar: Für das vorliegende Beispiel wird mit einem konstanten Drosselabfluss gerechnet. Der Abfluss aus dem RRB wird in den Vorfluter gepumpt.*

Zusätzlich wurde für das RRB eine Versickerungsleistung von  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s für die Sohlfläche und  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s für die Böschungsflächen angesetzt. Es wurde eine Einstauhöhe im RRB von 1,50 m und eine Böschungsneigung von 1:3 gewählt.

*Kommentar: Der anstehende Boden hat eine Versickerungsleistung von  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s. Für die Böschung des RRB wurde eine Versickerungsleistung von  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s, für die stofflich belastete Sohle eine Versickerungsleistung von  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s angesetzt. Eine Verminderung der Versickerungsleistung gegenüber der hydraulischen Leitfähigkeit des anstehenden Bodens ist sachgerecht, weil es aufgrund der hydraulischen und stofflichen Belastung des Beckens langfristig zu einer Verringerung der hydraulischen Leitfähigkeit im Bereich der Böschung und Sohle kommen kann.*

Das dem RRB vorgeschaltete Kontroll- und Reinigungsbecken wurde als Speicherbauwerk ohne Versickerungsanteil und mit einem Drosselabfluss von 220 l/s berücksichtigt.

In der Abbildung 1 sind die Berechnungsergebnisse dargestellt. Mittels einer statistischen Ausgleichsfunktion lassen sich die erforderlichen Speichervolumina für maßgebliche statistische Wiederkehrzeiten aus der Grafik ablesen.



**Abbildung 1 Vorbemessung RRB: Ergebnisse der hydrologischen Berechnung im Nachweisverfahren**

Demnach ergeben sich für eine statistische Wiederkehrzeit von 5 Jahren folgende erforderlichen Speichervolumina des RRB:

■ Variante 1 (Anschluss): 315 m³

■ Variante 2 (Versickerung): 250 m³

Kommentar: Alternativ zu der Berechnung im Nachweisverfahren können die erforderlichen Volumina mit dem Lastfallverfahren nach DWA-A 117 berechnet werden (vgl. Anlage 2.2). Die Bemessung mit dem Lastfallverfahren führt zu deutlich höheren erforderlichen Speichervolumina für das RRB. Dies hat folgende Gründe:

- Bei der Berechnung mit dem Lastfallverfahren wird das errechnete Volumen mit einem Zuschlagfaktor multipliziert, um einer möglichen Unterbemessung im Vergleich mit einer Berechnung im Nachweisverfahren vorzubeugen.
- Zur Berücksichtigung der durchlässigen Flächen im Lastfallverfahren ist gem. DWA-A 117 ein Abflussbeiwert von minimal 0,05 anzusetzen. Die Berechnung im Nachweisverfahren lässt hingegen eine detaillierte Abbildung des Abflussgeschehens mit Berücksichtigung von Anfangsverlusten sowie einer dynamischen Muldenauffüllung und Infiltration zu.

*Die Berechnung im Nachweisverfahren mit der detaillierten modelltechnischen Abbildung des Entwässerungssystems ist eine realitätsnahe Abbildung der Niederschlags-Abfluss-Prozesse und damit der Speicherauslastung des RRB. Es wird daher empfohlen, das Nachweisverfahren anzuwenden.*

Kommentar: Ein hydraulischer Nachweis des Kanalnetzes für das Bemessungsereignis des RRB wurde nicht erbracht. Lange Ereignisse mit mittleren Intensitäten (Landregen), wie sie für die Dimensionierung des RRB maßgebend sind, können i.d.R. problemlos über das Kanalnetz zum RRB abgeleitet werden, wenn die Bemessungshäufigkeit des RRB mindestens so groß ist wie die Bemessungshäufigkeit des Kanalnetzes. Ein getrennter hydraulischer Nachweis ist daher i.d.R. nicht erforderlich.

### b) Versickerungsmulden

Die im östlichen Bereich der Liegenschaft gelegene Fernmeldemeisterei (Kfz-Halle, Verwaltungsgebäude) und das Kabellager sollen vom Kanalnetz abgekoppelt und die Abflüsse einer Versickerung zugeführt werden (Variante 2).

Bei der Planung der Versickerungsanlagen sind

- potenzielle stoffliche Belastungen des Niederschlagswassers,
- hydrogeologische Gegebenheiten,
- Topographie und
- Flächenverfügbarkeit

zu beachten.

#### Stoffliche Belastung

Die Abflüsse der Dachflächen werden gem. Arbeitshilfen Abwasser als gering verschmutzt, die Abflüsse von den Stellflächen vor der KFZ-Halle als normal verschmutzt eingestuft. Bei einer Muldenversickerung kann auf eine Vorbehandlung der Abflüsse verzichtet werden, weil bei der Versickerung über die belebte Bodenzone eine für geringe und normale Belastungen ausreichende physikalische, chemische und biologische Reinigungsleistung besteht.

#### Hydrogeologische Gegebenheiten

Aufgrund der hydrogeologischen Gegebenheiten bestehen keine Bedenken. Nach den Ergebnissen früherer Bodenuntersuchungen treten auf der Liegenschaft vorwiegend schwach lehmige Sande mit einer durchschnittlichen hydraulischen Leitfähigkeit von  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s auf.

Der Grundwasser-Flurabstand ist auf der gesamten Liegenschaft  $> 1$  m und somit ausreichend groß für eine Versickerung.

#### Topographie

Die Liegenschaft befindet sich in ebenem bis schwach geneigtem Gelände. Im Bereich der Fernmeldemeisterei ist die Zuleitung zu einer nordwestlich gelegenen Versickerungsmulde aufgrund eines leichten Gefälles gut zu realisieren.

Mit Schichtenwasser ist aufgrund der einheitlichen Bodenstruktur nicht zu rechnen.

#### Freiflächenverfügbarkeit

Es sind ausreichend Freiflächen vorhanden, um eine Muldenversickerung zu realisieren.

Die Vorbemessung der Mulden erfolgte gem. DWA A 138 (siehe Anlage 2) für eine Wiederkehrhäufigkeit von  $n = 0,2/a$ . Es wurden Regenspenden gem. KOSTRA (DWD, 1.0 verwendet, die anhand einer örtlich, gemessenen Niederschlagszeitreihe als ortsgültig identifiziert wurde. Grundsätzlich sind, soweit keine anderen Daten vorliegen, die Daten des aktuellen Kostra-Atlas zu verwenden. Die erforderlichen Muldenvolumina sind in Tabelle 2 aufgeführt.

**Tabelle 2    Erforderliche Muldenvolumina für  $n = 0,2/a$**

|                    | <b>Abkopplungsfläche [m²]</b> | <b>Volumen Mulde [m³]</b> |
|--------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Kabellager         | 1.350                         | 44                        |
| Fernmeldemeisterei | 1.150                         | 38                        |
| <b>Gesamt</b>      | <b>2.500</b>                  | <b>83</b>                 |

Bei einer Muldentiefe von 0,3 m und einer Böschungsneigung von 1: 2,5 ergibt sich folgender Flächenbedarf:

**Tabelle 3    Erforderliche Flächen für die Muldenversickerung**

|                    | <b>Fläche Mulde [m²]</b> |
|--------------------|--------------------------|
| Kabellager         | 150                      |
| Fernmeldemeisterei | 130                      |
| <b>Gesamt</b>      | <b>280</b>               |

Kommentar:    Die Versickerung von Niederschlagswasser berührt verschiedene wasserrechtliche Regelungen. Das „Einleiten von Stoffen in das Grundwasser“, also auch die gezielte Versickerung von Niederschlagswasser, stellt gemäß § 3 Abs. 1 Satz 5 WHG eine Nutzung des Grundwassers dar und bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis [§ 2 Abs. 1 WHG]. Diese ist vom Abwasserbeseitigungspflichtigen bei der zuständigen Wasserbehörde zu beantragen.

Kommentar:    Bei der Beantragung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Versickerung von Niederschlagswasser sind jeweils die länderspezifischen Regelungen (Landeswassergesetze) zu beachten. Es wird eine frühzeitige Kontaktaufnahme mit der Wasserbehörde empfohlen.

### **2.1.2    Umbau des Kanalnetzes**

Für beide Varianten ist ein Rückbau der Zuleitungen zu den Einleitstellen (Haltungen 110002 und 120001) erforderlich.

Für die Variante 1 (ohne Versickerung) ist der Bereich der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers über einen neuen Kanal an das RW-Netz anzuschließen.

Die Trassenführung erfolgt im Grünbereich am Nordrand der Liegenschaft. Insgesamt ergibt sich eine Neubaulänge von 153 m. Für die neuen Haltungen ist der Mindestdurchmesser von 250 mm ausreichend.

*Kommentar:* Rohre mit Durchmesser 250 mm sind in der Regel Sondergrößen. Daher kann der Einbau von Rohren DN 300 kostengünstiger sein.

Für die Variante 2 (mit Versickerung) sind die Haltung 110001, die Schächte 110001, 110002 und 120001 sowie alle Leitungen im Bereich der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers rückzubauen. Für die Zuleitung der Abflüsse zu den Versickerungsmulden sind Entwässerungsrinnen vorzuhalten.

### 2.1.3 Kostenvergleich

Um die beiden Varianten sachgerecht vergleichen zu können, werden die jeweils anfallenden Kosten in einer Kostenvergleichsbetrachtung gegenübergestellt. Es werden nur die Positionen berücksichtigt, die für die Varianten tatsächlich verschieden sind. Damit entfallen die Kosten für die bautechnische Sanierung des Abwassersystems, für die entwässerungstechnische Neuregelung im Zufahrtsbereich der Liegenschaft sowie für das Kontroll- und Reinigungsbecken vor dem RRB und das Regenwasserpumpwerk am Ausfluss des RRB.

Für den Kostenvergleich wurden die im Folgenden aufgeführten Einheitspreise angesetzt. Die Bruttokosten enthalten jeweils 19 % Mehrwertsteuer.

**Tabelle 4 Grundlagen für den Kostenvergleich**

|  | Einheit                     | Einheits-Preis [€] | Kosten<br>netto [€]   brutto [€] |                       |
|--|-----------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <b><u>Variante 1 (Anschluss RRB)</u></b>       |                             |                    |                                  |                       |
| Neubau Fertigteilschächte Beton im Grünbereich | 2   Stk                     | 1.665              | 3.330                            | 3.963                 |
| Neubau Haltungen Beton, DN 250 im Grünbereich  | 153   m                     | 278                | 42.534                           | 50.615                |
| Neubau Regenrückhaltebecken (Erdbecken)        | 315   m³                    | 167                | 52.605                           | 62.600                |
| <b><u>Summe brutto</u></b>                     |                             |                    |                                  | <b><u>117.178</u></b> |
| <b><u>Variante 2 (Versickerung)</u></b>        |                             |                    |                                  |                       |
| Neubau Versickerungsmulde                      | 2.500   m² A <sub>red</sub> | 8,3                | 20.750                           | 24.693                |
| Neubau Regenrückhaltebecken (Erdbecken)        | 250   m³                    | 167                | 41.750                           | 49.683                |
| Rückbau Haltungen                              | 35   m                      | 33                 | 1.122                            | 1.335                 |
| Rückbau Leitungen                              | 163   m                     | 22                 | 3.586                            | 4.267                 |
| Rückbau (Verdämmung) Schächte                  | 3   Stk                     | 111                | 333                              | 396                   |
| <b><u>Summe brutto</u></b>                     |                             |                    |                                  | <b><u>80.374</u></b>  |

Die Erstinvestitionen sind für die Variante 2 (mit Versickerung) kostengünstiger. Die Einsparung bei den Erstinvestitionskosten der Variante 2 gegenüber der Variante 1 macht rd. 16 % der geschätzten Gesamtkosten von 230 T€ für alle Neubau-, Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen aus (vgl. Kostenschätzung, Abschnitt 2.8).

Beim Kostenvergleich werden auch die Folgeinvestitionen, die Zinseffekte gestaffelter Investitionen sowie die laufenden Kosten berücksichtigt. Die Verzinsung wird gemäß LAWA-Leitlinien mit 3 % angesetzt. Für die laufenden Kosten werden beim Kostenvergleich nur die Kosten für die Unterhaltung

- des Kanals mit  $0,83 \text{ €/}(m \cdot a)$  und
- der Versickerungsanlagen (inkl. Entwässerungsrinnen) mit  $1,11 \text{ €/}(m^2 A_s \cdot a)$

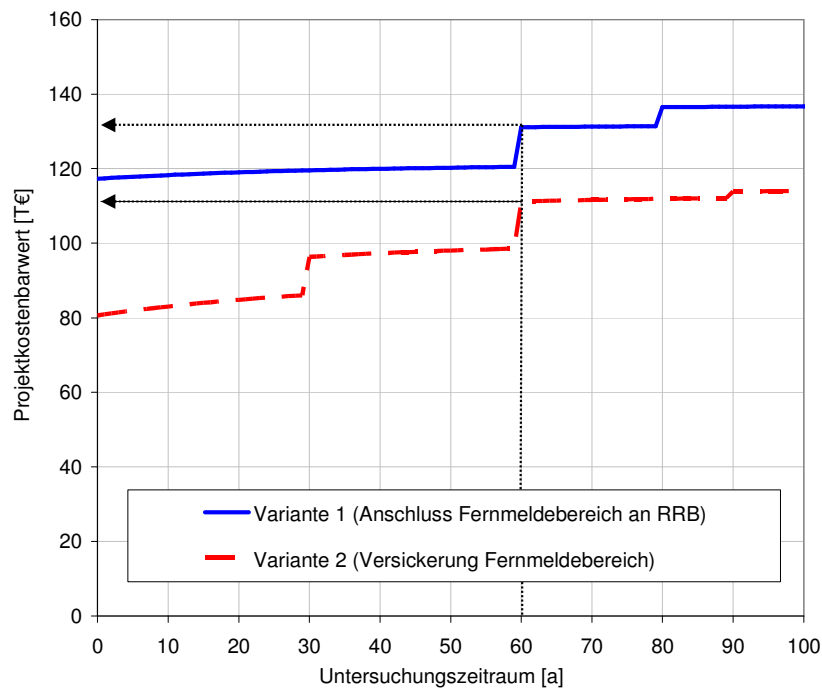
berücksichtigt, da die laufenden Kosten für das RRB als identisch angenommen werden können.

Dem Kostenvergleich liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Alle Anlagen werden nach Ablauf ihrer Nutzungsdauer vollständig und zum gleichen Preis ersetzt.
- Die Nutzungsdauer für die Anlagen beträgt:
  - Kanalnetz: 80 Jahre
  - Regenrückhaltebecken: 60 Jahre
  - Versickerungsmulden: 30 Jahre

Kommentar: In den LAWA-Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen sind für die Nutzungsdauern abwassertechnischer Anlagen Wertebereiche vorgeschlagen. Die im Beispiel gewählten Nutzungsdauern entsprechen jeweils den in den LAWA-Leitlinien genannten Maximalwerten für die Anlagentypen.

Die Entwicklung der Projektkostenbarwerte in Abhängigkeit vom Untersuchungszeitraum ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



**Abbildung 2 Entwicklung der Projektkostenbarwerte der Varianten**

Für einen Betrachtungszeitraum von 60 Jahren ergibt sich ein Projektkostenbarwert von

- 131 T€ für Variante 1 (Anschluss Fernmeldebereich) und von
- 111 T€ für Variante 2 (Versickerung Fernmeldebereich).

Die Berechnung des Projektkostenbarwertes für einen festgelegten Untersuchungszeitraum von 60 Jahren ist in Anlage 3.2 enthalten.

#### 2.1.4 Fachliche Bewertung

Beide Sanierungsvarianten gewährleisten den gleichen Entwässerungskomfort für die Liegenschaft, da die Anlagen bei beiden Varianten für eine Wiederkehrhäufigkeit von  $n = 0,2/a$  bemessen wurden.

Für die Variante mit ortsnaher Versickerung sind ein größeres Volumen und eine größere Grundfläche erforderlich:



**Tabelle 5 Erforderliches Speichervolumen und Flächenbedarf für die Sanierungsvarianten**

|                             | <b>Variante 1</b><br>(ohne Versickerungsmulden) | <b>Variante 2</b><br>(mit Versickerungsmulden) |
|-----------------------------|---|--|
| Volumen RRB                 | 315 m <sup>3</sup>                              | 250 m <sup>3</sup>                             |
| Volumen Versickerungsmulden |   | 83 m <sup>3</sup>                              |
| Gesamtvolumen               | 315 m <sup>3</sup>                              | 333 m <sup>3</sup>                             |
| Flächenbedarf               | 210 m <sup>2</sup>                              | 440 m <sup>2</sup>                             |

Für den Nutzer ergeben sich bei der Variante 2 durch die Versickerungsanlagen örtliche Nutzungsbeschränkungen. Da die vorgesehenen Flächen derzeit keiner definierten Nutzung unterliegen, ist dieser Aspekt erst bei zukünftigen baulichen und betrieblichen Maßnahmen von Belang. Weitere Baumaßnahmen in diesem Bereich der Liegenschaft sind jedoch nicht geplant.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht ist eine Variante mit Versickerung generell der reinen Ableitung vorzuziehen, da sie

- die Grundwasserneubildung und den Niedrigwasserabfluss erhöht,
- den Hochwasserabfluss verringert sowie
- durch die Reinigungsleistung der Versickerungsanlagen eine geringere qualitative Gewässerbelastung verursacht.

Aus Kostengründen ist die Variante 2 ebenfalls zu bevorzugen, wie aus dem Kostenvergleich (Abschnitt 2.1.3) ersichtlich wird.

Der nachfolgenden Festlegung des Bedarfs an Baumaßnahmen liegt daher die Variante 2 (Versickerung Fernmeldemeisterei und Kabellager) zugrunde.

## **2.2 Vorbemessung von Sonderbauwerken**

Die erforderlichen Sonderbauwerke sind im „Lageplan Sanierungskonzept“ Plan B 1.3) dargestellt. Die strukturellen Änderungen des Abwassersystems infolge der geplanten Neubaumaßnahmen sind aus dem Vergleich der Fließschemata für den (fortgeschriebenen) IST-Zustand (Plan B 1.4) und den Planungszustand (Plan B 1.4) ersichtlich.

### **2.2.1 Kontroll- und Reinigungsbecken**

Von der zuständigen Wasserbehörde wird für die Liegenschaft ein Kontroll- und Reinigungsbecken gemäß den Richtlinien für die Anlage von Straßen - Teil Entwässerung RAS-Ew (2005) direkt im Anschluss an die befestigte, abflusswirksame Fläche vor der Einleitung in das aufnehmende Gewässer bzw. das notwendige Regenrückhaltebecken gefordert.

Gemäß RAS-Ew können Absetzanlagen für eine Oberflächenbeschickung  $q_A = 18 \text{ m/h}$  beim Bemessungszufluss  $Q$  ( $n=1$ ) ausgelegt werden. Die erforderliche Oberfläche der Absetzanlage ist

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

Der Zufluss für eine Wiederkehrhäufigkeit von  $n = 1/a$  beträgt  $100 \text{ l/s}$  (vgl. hydrodynamische Kanalnetzberechnung; Anlage 4). Somit ergibt sich eine erforderliche Oberfläche von

$$A = 100 \cdot 3,6 / 18 = \underline{20 \text{ m}^2}$$

Das Kontroll- und Reinigungsbecken kann als unterirdisches Stahlbetonbauwerk mit folgenden Abmessungen realisiert werden: Länge =  $10,0 \text{ m}$ , Breite =  $2,0 \text{ m}$ , Tiefe  $\geq 1,5 \text{ m}$

Alternativ ist eine offene Bauweise mit Dauerstau möglich.

Das Becken verfügt über einen Schlammfang und über eine Tauchwand. Im Havariefall kann der Abfluss durch einen Absperrschieber zurückgehalten werden.

*Kommentar:* Das Kontroll- und Reinigungsbecken ist aufgrund der besonderen Anforderung der zuständigen Wasserbehörde vorzusehen. In Liegenschaften des Bundes sind derartige Bauwerke i.d.R. nicht erforderlich. Es gibt hierfür keine übergeordnete Regelung.

Auch für das vorliegende Beispiel ist nicht zwingend ein separates Kontrollbauwerk erforderlich. Alternativ kann das RRB mit dichter Sohle ausgeführt werden. Im Regelfall ist ein Eintrag von Leichtflüssigkeiten in das aufnehmende Gewässer nicht zu befürchten, da die Pumpe das Wasser aus dem unteren Beckenbereich fördert. Mögliche Leichtflüssigkeiten werden bei Bedarf abgeschöpft. Im Havariefall kann die Belastung des als Vorflut genutzten Gewässers durch Abschalten der Pumpe (vgl. 2.2.2) am Ablauf des RRB verhindert werden. (Bei einer Entwässerung des RRB im Freigefälle wären eine Tauchwand zum Rückhalt von Leichtflüssigkeiten und ein Absperrorgan für den Havariefall erforderlich.) Die Notwendigkeit zusätzlicher betrieblicher Maßnahmen (z.B. Alarmpläne) wäre zu prüfen.

Die beschriebene alternative Lösung wird im Rahmen des nächsten Planungsschrittes (Entscheidungsunterlage-Bau) näher untersucht.

## 2.2.2 Regenrückhaltebecken

Gemäß der Berechnung mit dem Nachweisverfahren (DWA-A 117) ist für die Vorzugsvariante (Variante 2) ein

■ Rückhaltevolumen von  $250 \text{ m}^3$

erforderlich (vgl. Abs. 2.1.1).

Das Regenrückhaltebecken (RRB) soll als naturnah gestaltetes Erdbecken im „Ohr“ der Autobahnzufahrt gebaut werden (Plan B 1.3).

Da die Sohle des Vorfluters über dem realisierbaren Auslass für das RRB liegt, ist zur Herstellung der Vorflut für das RRB eine Pumpe erforderlich. Diese muss

mindestens eine Leistung von 5,5 l/s haben, um den Drosselabfluss aus dem RRB fördern zu können. Die Entlastungsabflüsse können dem Vorfluter in freiem Gefälle zugeführt werden (Hochwasserüberlauf).

*Kommentar:* Zusätzlich ist häufig der Überlauf aus Rückhaltebecken oder anderen Entlastungsanlagen bei Extremereignissen nachzuweisen. Hierfür können die Ergebnisse der Langzeitsimulation oder der hydraulischen Kanalnetzberechnung verwendet werden. In der Regel werden die Ergebnisse der Kanalnetzberechnung maßgebend, da die hydraulische Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes vor der Entlastungsanlage maßgebend für die Größe der überlaufenden Abflüsse ist.

### 2.2.3 Versickerungsmulden

Die Abflüsse aus dem östlichen Bereich der Liegenschaft (Fernmeldemeisterei, Kabellager) werden über Mulden in den Boden versickert.

Gemäß Berechnung nach dem Lastfallkonzept (DWA-A 138) sind für die Mulden ein

- Speichervolumen von insgesamt 83 m<sup>3</sup> und
- eine Grundfläche von 280 m<sup>2</sup>

vorzusehen.

Die Versickerungsmulden können in den Grünbereichen neben den Gebäuden angelegt werden. Die Abflüsse sollen über Entwässerungsrinnen von den Regenfallrohren zu den Versickerungsmulden abgeleitet werden. Die Ableitung kann überwiegend im Grünbereich realisiert werden. Lediglich bei der Entwässerung der Stellflächen ist eine Rinne im befestigten Bereich vorzusehen. Im Bedarfsfall kann hierfür der vorhandene Rinnstein umgebaut werden.

## 2.3 Festlegung neuer und rückzubauender Abschnitte

Die erforderlichen Neu- und Rückbaumaßnahmen sind im „Lageplan Sanierungskonzept“ (Plan B 1.3) dargestellt. Neu zu verlegende Kanäle mit einer vom bisherigen Bestand abweichenden Trassenführung sind im Plan mit einem „n“ am Ende der Haltungsbezeichnung versehen.

*Kommentar:* Während der Planung ist es sinnvoll, in neuer Trasse zu verlegende Haltungsstränge in Plänen und Planungsdatensätzen (vgl. Kommentar Abs. 2) mit einem „n“ zu kennzeichnen. Nach dem Bau der Haltungen und dem Rückbau der alten Haltungen (mit z.T. identischer Haltungsbezeichnung) sind die Haltungen gemäß Arbeitshilfen Abwasser ohne Hinzufügung des „n“ zu bezeichnen.

In der Anlage 3 sind die Neubau- und Rückbaumaßnahmen zusammen mit den Sanierungsmaßnahmen tabellarisch den Haltungen, Schächten und Leitungen zugeordnet, um eine Kostenschätzung zu ermöglichen.

a) Schmutzwasserkanal

Im Bereich der Zufahrt zur Liegenschaft befindet sich eine alte Kleinkläranlage (201KLA02), die nicht mehr betrieben wird.

- Diese Kleinkläranlage und die Schmutzwasserhaltungen 201001, 201002, 201003, 201202 und 201204 werden rückgebaut.
- Der Anschluss der Schmutzwasserstränge an das SW-Pumpwerk 200PW01 muss neu gebaut werden. Die SW-Kanäle 201203, 201204, 201P01 und 201103 müssen im Zuge der Neuregelung des Anschlusses an das Pumpwerk neu gebaut werden.

Die Neu- und Rückbaumaßnahmen im Schmutzwassernetz sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

**Tabelle 6 Neu- und Rückbaumaßnahmen Schmutzwasser**

|                     | <b>Rückbau</b> | <b>Neubau</b> |
|---------------------|----------------|---------------|
| <b>SW-Haltungen</b> | 108 m          | 59 m          |
| <b>SW-Schächte</b>  | 4 Stk          | 4 Stk         |

Die Überprüfung der Funktion und Anschlusssituation der Haltungen 201104, 201208 und 201206 ergab, dass an beiden Haltungssträngen außerhalb der Liegenschaft gelegene Wohngebäude angeschlossen sind und keine wirtschaftliche Möglichkeit besteht, diese vom Kanalnetz der Liegenschaft abzuklemmen. Die Haltungen sollen daher weiterhin erhalten werden. Es ist eine Vereinbarung über die Nutzung zu treffen.

*Kommentar:* Grundsätzlich ist die Möglichkeit der Abkoppelung von Fremdnutzern liegenschaftseigener Kanäle zu prüfen und in Betracht zu ziehen. Alternativ können mit den Fremdnutzern vertragliche Vereinbarungen über die Weiterleitung des außerhalb der Liegenschaft anfallenden Abwassers getroffen werden.

b) Regenwasserkanal

Das Entwässerungssystem der Liegenschaft soll über ein Rückhaltebecken und ein Kontroll- und Reinigungsbecken entwässern.

Um die Abflüsse aus dem Regenwasserkanal zusammen zu führen, müssen im Zufahrtsbereich der Liegenschaft RW-Haltungen neu gebaut und z. T. rückgebaut werden.

- Zum Anschluss an das RRB müssen die RW-Kanäle 101000, 101RKB01, 101001 und 100008 neu gebaut werden (75 m Kanal; 1 Schacht).
- Die RW-Kanäle 100002, 100003, 100003B, 100005, 100007, 100008, 101001 müssen rückgebaut werden (123 m Kanal; 5 Schächte).

Das Regenwassernetz des östlichen Liegenschaftsbereiches wird im Zuge der Umstellung auf eine ortsnahe Versickerung stillgelegt. Die Kanäle 110001, 110002 und 120001 und die zugehörigen Anschlussleitungen sind rückzubauen (98 m Haltungen; 163 m Leitungen; 3 Schächte).

Die Neu- und Rückbaumaßnahmen im Regenwassernetz sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

**Tabelle 7 Neu- und Rückbaumaßnahmen Regenwasser**

|                     | <b>Rückbau</b> | <b>Neubau</b> |
|---------------------|----------------|---------------|
| <b>RW-Haltungen</b> | 222 m          | 75 m          |
| <b>RW-Leitungen</b> | 163 m          |               |
| <b>RW-Schächte</b>  | 8 Stk          | 1 Stk         |

## **2.4 Festlegung der haltungsbezogenen Sanierungsart**

Das Konzept für die Kanalsanierung ist dem „Lageplan Sanierungskonzept“ (Plan B 1.3) zu entnehmen. In der Anlage 3 sind die Sanierungsmaßnahmen tabellarisch den Haltungen, Schächten und Leitungen zugeordnet, um eine Kostenschätzung zu ermöglichen.

Die bautechnischen Schäden der Kanalnetze können überwiegend durch Reparaturmaßnahmen behoben werden. In einem Teilbereich des Regenwassernetzes (Haltungen 100013, 100015 und 100017) ist aufgrund der Schadensverteilung eine Renovierung vorgesehen. Erneuerungsmaßnahmen sind nicht erforderlich.

Tabelle 8 sind die unterschiedlichen Sanierungsarten getrennt nach Regenwasser- und Schmutzwassernetz für Haltungen, Schächte und Leitungen als Summenwerte zu entnehmen.

Die Sanierungsart „Reparatur“ bezeichnet Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden, die z.B. mit einem Roboter durchgeführt werden können.

Die Sanierungsart „Renovierung“ bezeichnet Maßnahmen zur Verbesserung der aktuellen Funktionsfähigkeit von Kanälen unter vollständiger oder teilweiser Einbeziehung ihrer ursprünglichen Substanz.

Die Sanierungsart „Erneuerung“ bezeichnet das Herstellen neuer Abwasserkanäle in der bisheriger oder anderer Linienführung. Der neue Kanal übernimmt die Funktion des alten Abwasserkanals.

**Tabelle 8 Zusammenstellung der Sanierungsmaßnahmen**

|                     | Reparatur | Renovierung | Erneuerung |
|---------------------|-----------|-------------|------------|
| <b>RW-Haltungen</b> | 9 Stk     | 83 m        | -          |
| <b>RW-Leitungen</b> | 14 Stk    | -           | -          |
| <b>RW-Schächte</b>  | 12 Stk    | 1 Stk       | 2 Stk      |
| <b>SW-Haltungen</b> | 1 Stk     | -           | -          |
| <b>SW-Leitungen</b> | -         | -           | -          |
| <b>SW-Schächte</b>  | 2 Stk     | -           | 2 Stk      |

*Kommentar:* Bei der Entscheidung für ein Bau- bzw. Sanierungsverfahren ist Aspekten der Wirtschaftlichkeit grundsätzlich Rechnung zu tragen. Für umfangreiche Sanierungen muss der Kostenvorteil der grabenlosen Sanierung (Renovierung) gegenüber einer offenen Neuverlegung nachgewiesen werden (Vorgehensweise analog 2.1.3 - Kostenvergleich). Für das vorliegende Beispiel wurde auf einen derartigen Nachweis verzichtet, da die Kosten für die Renovierung deutlich unter denen der Erneuerung liegen.

## 2.5 Zustandserfassung (und Sanierung) der im LAK Teil A nicht untersuchten Anschlussleitungen

Bei der Zustandserfassung des LAK Teil A konnten aus technischen Gründen (bautechnische Schäden; Inspektionstechnik) nicht alle Anschlussleitungen vollständig inspiziert werden und es konnten alternativ auch keine Dichtheitsprüfungen durchgeführt werden.

Für die nicht untersuchten Leitungen, die im Rahmen des Entwässerungskonzeptes für den östlichen Liegenschaftsbereich (Versickerung) rückgebaut werden sollen (vgl. 2.3), sowie für die Leitungen, die im Rahmen des Baus der Sole-Recycling-Anlage (1.3.1) erneuert wurden, ist eine nachträgliche Inspektion nicht erforderlich.

Die bautechnische Sanierung der verbleibenden, bereits untersuchten Anschlussleitungen (vgl. 2.4 bzw. Anlage 3.1) beinhaltet Maßnahmen, durch die die Inspizierbarkeit der bisher nicht untersuchten Leitungen/Leitungsbereiche hergestellt wird. Diese werden daher im Rahmen der Abnahmebefahrung, im Bedarfsfall mit einer der örtlichen Situation angepassten Inspektionstechnik, untersucht. Es sind

- 170 m RW-Leitungen und
- 33 m SW-Leitungen

zu inspizieren (vgl. Anlage 3.1 – Kostenschätzung – zusätzliche Inspektion von Anschlussleitungen).

Für die im Rahmen dieser Inspektion zusätzlich festgestellten Schäden können weitere Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden. Dieser zusätzliche Sanie-

rungsbedarf wird durch eine grobe Schätzung auf Basis der Schadensdichte der bisher untersuchten Leitungen in der Kostenschätzung berücksichtigt (vgl. Anlage 3.1 Kostenschätzung – Grobe Schätzung des Sanierungsbedarfs der bisher nicht inspizierten Leitungen).

*Kommentar: Für alle bisher nicht inspizierten oder auf Dichtheit geprüften Anlagen des Abwassersystems sind Maßnahmen aufzuführen, die eine Beurteilung der Dichtheit ermöglichen (vgl. Kommentar zu LAK Teil A, Kap. 3.1).*

*Für das vorliegende Beispiel sind nach der Behebung der bautechnischen Schäden und ggf. durch den Einsatz einer der örtlichen Situation angepassten Inspektionstechnik alle Anschlussleitungen inspizierbar. Die Aufwendungen für die Reinigung/Inspektion und die bedarfsbedingte Sanierung der Leitungen fließen in die Kostenschätzung ein. Die Maßnahmen zur Herstellung der Inspektionsfähigkeit und die anschließenden Untersuchungen erfolgen in einem ersten Sanierungsschritt.*

## **2.6 Hydraulische Nachrechnung der Sanierungsplanung**

Die hydraulische Nachrechnung des gegenüber dem LAK Teil A veränderten Bestandes sowie für die im Abschnitt 2.1 ausgeschlossene Untersuchungsvariante 1 (Anschluss Fernmeldebereich) ist in Anlage 4 enthalten.

Aufgrund der festgelegten Baumaßnahmen (vgl. Abs. 2.1, 2.3, 2.4) ergeben sich keine Konsequenzen auf die hydraulischen Verhältnisse des Regen- und Schmutzwassersystems. Durch die Neu- und Rückbaumaßnahmen im Zufahrtsbereich ändert sich lediglich die Lage des Netzes, nicht aber die hydraulische Leistungsfähigkeit.

Für das Schmutzwassernetz ergeben sich ebenfalls keine Änderungen.

## **2.7 Bildung von Sanierungsabschnitten**

Wie Plan B 1.2 zu entnehmen ist, werden 2 Sanierungsabschnitte für die Liegenschaft vorgeschlagen:

- Abschnitt 1 umfasst alle Neu- und Rückbaumaßnahmen.
- Abschnitt 2 umfasst alle bautechnischen Sanierungsmaßnahmen am bestehenden Kanalnetz.

Die Sanierungsmaßnahmen (Abschnitt 2) können insgesamt ohne offene Baugrube und unabhängig von den Neu- und Rückbaumaßnahmen durchgeführt werden. Die Sanierung soll im Jahr 2010 erfolgen.

Die Neu- und Rückbaumaßnahmen (Abschnitt 1) sollen im Zuge des Autobahnausbaus bzw. der damit verbundenen Umgestaltung des Zufahrtsbereiches im Jahr 2012 durchgeführt werden.

*Kommentar: Die gemeinsame Durchführung von Baumaßnahmen an der Autobahn und auf der Liegenschaft ist im Hinblick auf mögliche Kosteneinsparungen und einen sachgerechten Bauablaufplan anzustreben. Hierfür ist eine detaillierte Abstimmung erforderlich. Dies gilt insbesondere für den Bau des RRB im Bereich der Autobahnzufahrt.*

## 2.8 Kostenschätzung

Die detaillierte Kostenschätzung ist in Anlage 3.1 tabellarisch getrennt für das Regenwasser- und das Schmutzwassersystem sowie für die Sonderbauwerke enthalten. Die Brutto-Kosten der Maßnahmen sind in Tabelle 9 für die Sanierungsabschnitte (vgl. Kap. 2.7) zusammengestellt.

**Tabelle 9 Zusammenstellung der geschätzten Kosten**

| <b>Maßnahme</b>   | <b>Brutto*-Kosten<br/>Abschnitt 1 [€]<br/>(2012)</b> | <b>Brutto*-Kosten<br/>Abschnitt 2 [€]<br/>(2010)</b> |
|---|--|--|
| Bautechnische Sanierung Regenwassernetz                                   |  | 46.686   |
| Bautechnische Sanierung Schmutzwassernetz                                 |  | 6.605  |
| Reinigung/Inspektion der im LAK A nicht untersuchten Anschlussleitungen   |  | 1.803  |
| Sanierung der im LAK A nicht untersuchten Anschlussleitungen <sup>1</sup> |  | 5.152  |
| Rückbau Regenwassernetz   | 11.238   |  |
| Rückbau Schmutzwassernetz   | 4.810  |  |
| Neubau Regenwassernetz  | 27.078   |  |
| Neubau Schmutzwassernetz  | 9.577  |  |
| Neubau Sonderbauwerke und Versickerungsmulden                             | 113.928  |  |
| zzgl. Baustelleneinrichtung Neubau (pauschal)                             | 3.300  |  |
| <b>Brutto*-Summe [€]</b>  | <b>169.932</b>                                       | <b>60.246</b>  |
| <b>Gesamt-Brutto*-Summe [€]</b>   | <b>230.177</b>                                       |  |

<sup>1)</sup> grobe Schätzung auf der Grundlage der bisher erfassten Schadensdichte

\*) Die Kosten enthalten 19% Mehrwertsteuer.

Bei der Position „Neubau Sonderbauwerke“ sind Einsparungen möglich, wenn in Abstimmung mit der Wasserbehörde auf das Kontroll- und Reinigungsbecken (vgl. Abs. 2.1) verzichtet und der Schutz des Gewässers durch betriebliche Maßnahmen gewährleistet werden kann.

Für die Behebung von bautechnischen Schäden, die erst im Rahmen der nachträglichen Inspektion von Anschlussleitungen erfasst werden, ist keine detaillierte Kostenschätzung möglich. Der angegebene Wert unter „Sanierung der im LAK A nicht untersuchten Anschlussleitungen“ beruht auf einer groben Schätzung auf der Basis der Schadensdichte/Situation der bisher untersuchten Anschlussleitungen.



## 2.9 Fortschreibung betrieblicher Hinweise

Durch die festgelegten Neubaumaßnahmen ergeben sich auf der Liegenschaft neue Betriebspunkte:

- Das RRB mit Pump-/Hebewerk
- Das Kontroll- und Reinigungsbecken
- Die Versickerungsmulden

Die nach Abschluss des LAK Teil A gebaute Sole-Recycling-Anlage (vgl. 1.3) ist ebenfalls in die betrieblichen Abläufe zu integrieren.

Durch die vorgeschlagenen Rückbaumaßnahmen ergibt sich keine Änderung der bestehenden Betriebspunkte.

*Kommentar: Nach Abschluss der Baumaßnahmen sind dem Betreiber Unterlagen zum Betrieb der einzelnen abwassertechnischen Anlagen zu übergeben. Die Bestandsdokumentation ist fortzuschreiben. Für Liegenschaften des Bundes ist die RBBau zu beachten.*

## 2.10 Einordnung der Baumaßnahmen gemäß RBBau

Die erforderlichen Baumaßnahmen werden gemäß [RBBau, 2003], Abschnitt D, als „Kleine Neu-, Um- und Erweiterungsbauten“ eingeordnet.

### 3 Anlagen

**Anlage 1 Pläne**

**Anlage 2 Bemessung von Sonderbauwerken**

- 2.1 RRB gem. Nachweisverfahren DWA-A 117
- 2.2 RRB gem. Lastfallkonzept DWA-A 117
- 2.3 Versickerungsmulden gem. DWA-A 138

**Anlage 3 Sanierungskonzept - Kostenschätzung**

- 3.1 Kostenschätzung
- 3.2 Kostenvergleichsbetrachtung

**Anlage 4 Hydraulik Regenwasserkanal**

- Fortschreibung Bestand
- Untersuchungsvariante 1

**Anlage 5 ISYBAU- Daten: Bestand-neu**

*(Die ISYBAU-Daten werden digital zur Verfügung gestellt)*

**Anlage 6 Gesprächsprotokolle / Schriftverkehr** *(entfällt für das Beispiel)*



**Auftraggeber**

**Auftragnehmer**

**Straße**

**Ort**

**Telefon**

**Fax**

**Bearbeiter**

|  |                              |
|--|------------------------------|
| <b>Rechenlauf</b>                              | Regen CN08, Bremen           |
|  | Mit Verdunstung bei Ereignis |
| <b>Dateiname</b>                               |                              |
| <b>Simulationsbeginn</b>                       | 01.01.1976                   |
| <b>Simulationsende</b>                         | 31.12.1986                   |
| <b>Potentielle<br/>Verdunstungshöhe (mm/a)</b> | 657,00 mm/a                  |
| <b>Zeitschritt dt (min)</b>                    | 5 min                        |

## Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie  
GmbH



**Kosim-XL**

**Bericht 3**  
Systemelemente

Seite 3.1

| Element          | Typ   | Nachgänger       | Überlauf        |
|------------------|-------|------------------|-----------------|
| Dachflächen      | TR-RW | Regenwasserkanal | [nicht möglich] |
| Grünflächen      | TR-RW | Regenwasserkanal | [nicht möglich] |
| Hoffflächen      | TR-RW | Regenwasserkanal | [nicht möglich] |
| Regenwasserkanal | RTS   | Reinigungsbecken | [nicht möglich] |
| Reinigungsbecken | RRB   | RRB-Erdbecken    | RRB-Erdbecken   |
| RRB-Erdbecken    | RRB   | [Fließgewässer]  | [Fließgewässer] |

## Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

Institut für technisch-wissenschaftliche  
Hydrologie GmbH

**Kosim-XL**
**Bericht 4.1**

Flächendaten (ohne Fernmeldemeisterei/Kabellager)

Seite 4.1.1

| Element             | Bestandsdaten                 |                          |                  | Prozeßdaten |          |              |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------|-------------|----------|--------------|
| Dachflächen         | <b>Undurchlässige Flächen</b> |                          |                  |             |          |              |
|                     | Beschreibung                  | Dachflächen              | Zahl d. Speicher | 3           | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     | Fläche                        | 0,3330 ha                | Speicherh.       | 0,01 min    | N-Netto  | 5.864,00 mm  |
|                     | Parametersatz                 | geneigte Dachflächen     | Neigungsgruppe   | 1,00        | Abfluß   | 19.538,20 m³ |
| Hofflächen          | Beschreibung                  | Hof- und Verkehrsflächen | Zahl d. Speicher | 3           | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     | Fläche                        | 0,7850 ha                | Speicherh.       | 0,01 min    | N-Netto  | 3.061,00 mm  |
|                     | Parametersatz                 | Hof- und Wegflächen      | Neigungsgruppe   | 1,00        | Abfluß   | 24.024,70 m³ |
|                     |                               |                          |                  |             |          |              |
| <b>Summe</b>        | Fläche                        | 1,1180 ha                |                  |             | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     |                               |                          |                  |             | N-Netto  | 3.895,88 mm  |
|                     |                               |                          |                  |             | Abfluß   | 43.562,90 m³ |
| Grünflächen         | <b>Durchlässige Flächen</b>   |                          |                  |             |          |              |
|                     | Beschreibung                  | Grünflächen              | Zahl d. Speicher | 3           | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     | Fläche                        | 1,8800 ha                | Speicherh.       | 0,01 min    | N-Netto  | 19,00 mm     |
|                     | Parametersatz                 | Rasen                    | Neigungsgruppe   | 1,00        | Abfluß   | 355,20 m³    |
| <b>Summe</b>        | Fläche                        | 1,8800 ha                |                  |             | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     |                               |                          |                  |             | N-Netto  | 19,00 mm     |
|                     |                               |                          |                  |             | Abfluß   | 355,20 m³    |
| <b>Gesamtgebiet</b> | Fläche                        | 2,9980 ha                |                  |             | N-Brutto | 7.098,00 mm  |
|                     |                               |                          |                  |             | N-Netto  | 1.464,75 mm  |
|                     |                               |                          | Neigungsgruppe   | 1,00        | Abfluß   | 43.918,10 m³ |

## Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

Institut für technisch-wissenschaftliche  
Hydrologie GmbH



**Kosim-XL**

**Bericht 8**  
Transportstrecken

Seite 8.1

| Element             | Bestandsdaten   |        |    | Prozeßdaten       |           |
|---------------------|-----------------|--------|----|-------------------|-----------|
| Regenwasserkanal    | Länge           | 280,00 | m  | Fließzeit         | 4,39 min  |
|                     | Durchm.         | 300,00 | mm | Übertragungsfkt.: | Retention |
|                     | Sohlgefälle     | 0,59   | %  |                   |           |
|                     | Betriebsrauheit | 1,50   | mm |                   |           |
| <b>Gesamtgebiet</b> | Länge           | 280,00 | m  |                   |           |

# Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

Institut für technisch-wissenschaftliche  
Hydrologie GmbH



**Kosim-XL**

**Bericht 10**  
Regenrückhaltebecken

Seite 10.1

| Bauwerk Reinigungsbecken   |                                    |                          |              |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Angeschlossene Flächen     | Fläche                             | A <sub>und,kum</sub>     | 1,12 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>durch,kum</sub>   | 1,88 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>nat,kum</sub>     | 0,00 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>ges,kum</sub>     | 3,00 ha      |
| Kenndaten                  | Länge                              |                          | 10,00 m      |
|                            | Breite                             |                          | 2,00 m       |
|                            | Tiefe                              |                          | 0,50 m       |
|                            | Böschungsneigung                   | 1:                       | 0,00         |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 1          | Q <sub>dr1,max</sub>     | 220,00 l/s   |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 2          | Q <sub>dr2,max</sub>     | 0,00 l/s     |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle    | k <sub>f, Sohle</sub>    | 0,00 10-6m/s |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung | k <sub>f, Böschung</sub> | 0,00 10-6m/s |
|                            | Erforderliche Bemessungshäufigkeit | n-erf                    | 0,20 1/a     |
|                            | Max. Versickerungsleistung RRB     | Q <sub>s</sub>           | 0,00 l/h     |
|                            | Volumen im Dauerstau               | V <sub>dauer</sub>       | 0,00 m³      |
|                            | Nutzbare Volumen                   | V <sub>nutz</sub>        | 10,00 m³     |
|                            | Vorhandenes Volumen                | V <sub>vorh</sub>        | 10,00 m³     |
| Prozeßdaten - Menge        | Zufluß                             | V <sub>Qzu</sub>         | 44.019,30 m³ |
|                            | Drosselabfluß 1                    | V <sub>Qab1,dr</sub>     | 44.019,00 m³ |
|                            | Drosselabfluß 2                    | V <sub>Qab2,dr</sub>     | 0,00 m³      |
|                            | Überlaufmenge                      | V <sub>Que</sub>         | 0,00 m³      |
|                            | Verdunstungsmenge                  | V <sub>Verd</sub>        | 0,00 m³      |
|                            | Versickerungsmenge                 | V <sub>QSicker</sub>     | 0,00 m³      |
|                            | Volumen zu Beginn des Zeitraumes   | V <sub>Beginn</sub>      | 0,00 m³      |
|                            | Volumen am Ende des Zeitraumes     | V <sub>Ende</sub>        | 0,00 m³      |
|                            | Niederschlag auf RRB               | V <sub>QrRRB</sub>       | 101,90 m³    |
| Einstau-/Überstaustatistik | Anzahl Einstauereignisse           | n <sub>ein</sub>         | 0            |
|                            | Kalendertage mit Einstau           | n <sub>ein,d</sub>       | 0 d          |
|                            | Einstaudauer                       | T <sub>ein</sub>         | 0,00 h       |
|                            | Anzahl Überlaufereignisse          | n <sub>ue</sub>          | 0            |
|                            | Kalendertage mit Überlauf          | n <sub>ue,d</sub>        | 0 d          |
|                            | Überlaufdauer                      | T <sub>ue</sub>          | 0,00 h       |
|                            | Maximaler Überlauf                 | Q <sub>ue,max</sub>      | 0,00 l/s     |
|                            | Vorhandene Überlaufhäufigkeit      | n-vorh                   | 0,00 1/a     |
|                            | Erforderliches Volumen             | V <sub>erf</sub>         | 0,00 m³      |
|                            |                                    |                          |              |

**Bauwerk RRB-Erdbecken**

|                            |                                    |                          |              |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Angeschlossene Flächen     | Fläche                             | A <sub>und,kum</sub>     | 1,12 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>durch,kum</sub>   | 1,88 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>nat,kum</sub>     | 0,00 ha      |
|                            | Fläche                             | A <sub>ges,kum</sub>     | 3,00 ha      |
| Kenndaten                  | Länge                              |                          | 20,00 m      |
|                            | Breite                             |                          | 14,50 m      |
|                            | Tiefe                              |                          | 1,50 m       |
|                            | Böschungsneigung                   | 1:                       | 3,00         |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 1          | Q <sub>dr1,max</sub>     | 5,50 l/s     |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 2          | Q <sub>dr2,max</sub>     | 0,00 l/s     |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle    | k <sub>f, Sohle</sub>    | 1,00 10-6m/s |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung | k <sub>f, Böschung</sub> | 1,00 10-6m/s |
|                            | Erforderliche Bemessungshäufigkeit | n-erf                    | 0,20 1/a     |
|                            | Max. Versickerungsleistung RRB     | Q <sub>s</sub>           | 522,00 l/h   |
|                            | Volumen im Dauerstau               | V <sub>dauer</sub>       | 0,00 m³      |
|                            | Nutzbare Volumen                   | V <sub>nutz</sub>        | 242,63 m³    |
|                            | Vorhandenes Volumen                | V <sub>vorh</sub>        | 242,63 m³    |
| Prozeßdaten - Menge        | Zufluß                             | V <sub>Qzu</sub>         | 45.496,50 m³ |
|                            | Drosselabfluß 1                    | V <sub>Qab1,dr</sub>     | 45.048,00 m³ |
|                            | Drosselabfluß 2                    | V <sub>Qab2,dr</sub>     | 0,00 m³      |
|                            | Überlaufmenge                      | V <sub>Que</sub>         | 132,40 m³    |
|                            | Verdunstungsmenge                  | V <sub>Verd</sub>        | 9,30 m³      |
|                            | Versickerungsmenge                 | V <sub>QSicker</sub>     | 306,60 m³    |
|                            | Volumen zu Beginn des Zeitraumes   | V <sub>Beginn</sub>      | 0,00 m³      |
|                            | Volumen am Ende des Zeitraumes     | V <sub>Ende</sub>        | 0,00 m³      |
|                            | Niederschlag auf RRB               | V <sub>QRRB</sub>        | 1.477,20 m³  |
| Einstau-/Überstaustatistik | Anzahl Einstauereignisse           | n <sub>ein</sub>         | 716          |
|                            | Kalendertage mit Einstau           | n <sub>ein,d</sub>       | 542 d        |
|                            | Einstaudauer                       | T <sub>ein</sub>         | 1.091,25 h   |
|                            | Anzahl Überlaufereignisse          | n <sub>ue</sub>          | 2            |
|                            | Kalendertage mit Überlauf          | n <sub>ue,d</sub>        | 2 d          |
|                            | Überlaufdauer                      | T <sub>ue</sub>          | 2,58 h       |
|                            | Maximaler Überlauf                 | Q <sub>ue,max</sub>      | 40,80 l/s    |
|                            | Vorhandene Überlaufhäufigkeit      | n-vorh                   | 0,21 1/a     |
|                            | Erforderliches Volumen             | V <sub>erf</sub>         | 247,40 m³    |
|                            |                                    |                          |              |



**Bauwerk Reinigungsbecken**

## Angeschlossene Flächen

|        |                        |         |
|--------|------------------------|---------|
| Fläche | A <sub>und,kum</sub>   | 1,12 ha |
| Fläche | A <sub>durch,kum</sub> | 1,88 ha |
| Fläche | A <sub>nat,kum</sub>   | 0,00 ha |
| Fläche | A <sub>ges,kum</sub>   | 3,00 ha |

## Kenndaten

|                                    |                          |              |
|------------------------------------|--------------------------|--------------|
| Länge                              |                          | 10,00 m      |
| Breite                             |                          | 2,00 m       |
| Tiefe                              |                          | 0,50 m       |
| Böschungsneigung                   | 1:                       | 0,00         |
| Maximaler Drosselabfluß 1          | Q <sub>dr1,max</sub>     | 220,00 l/s   |
| Maximaler Drosselabfluß 2          | Q <sub>dr2,max</sub>     | 0,00 l/s     |
| Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle    | k <sub>f, Sohle</sub>    | 0,00 10-6m/s |
| Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung | k <sub>f, Böschung</sub> | 0,00 10-6m/s |
| Erforderliche Bemessungshäufigkeit | n-erf                    | 0,20 1/a     |
| Max. Versickerungsleistung RRB     | Q <sub>s</sub>           | 0,00 l/h     |
| Volumen im Dauerstau               | V <sub>dauer</sub>       | 0,00 m³      |
| Nutzbare Volumen                   | V <sub>nutz</sub>        | 10,00 m³     |
| Vorhandenes Volumen                | V <sub>vorh</sub>        | 10,00 m³     |

## Prozeßdaten - Menge

|                                  |                      |              |
|----------------------------------|----------------------|--------------|
| Zufluß                           | V <sub>Qzu</sub>     | 44.019,30 m³ |
| Drosselabfluß 1                  | V <sub>Qab1,dr</sub> | 44.019,00 m³ |
| Drosselabfluß 2                  | V <sub>Qab2,dr</sub> | 0,00 m³      |
| Überlaufmenge                    | V <sub>Que</sub>     | 0,00 m³      |
| Verdunstungsmenge                | V <sub>Verd</sub>    | 0,00 m³      |
| Versickerungsmenge               | V <sub>QSicker</sub> | 0,00 m³      |
| Volumen zu Beginn des Zeitraumes | V <sub>Beginn</sub>  | 0,00 m³      |
| Volumen am Ende des Zeitraumes   | V <sub>Ende</sub>    | 0,00 m³      |
| Niederschlag auf RRB             | V <sub>QrRRB</sub>   | 101,90 m³    |

## Einstau-/Überstaustatistik

|                           |                     |          |
|---------------------------|---------------------|----------|
| Anzahl Einstauereignisse  | n <sub>ein</sub>    | 0        |
| Kalendertage mit Einstau  | n <sub>ein,d</sub>  | 0 d      |
| Einstaudauer              | T <sub>ein</sub>    | 0,00 h   |
| Anzahl Überlaufereignisse | n <sub>ue</sub>     | 0        |
| Kalendertage mit Überlauf | n <sub>ue,d</sub>   | 0 d      |
| Überlaufdauer             | T <sub>ue</sub>     | 0,00 h   |
| Maximaler Überlauf        | Q <sub>ue,max</sub> | 0,00 l/s |

|                               |                  |          |
|-------------------------------|------------------|----------|
| Vorhandene Überlaufhäufigkeit | n-vorh           | 0,00 1/a |
| Erforderliches Volumen        | V <sub>erf</sub> | 0,00 m³  |

## Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

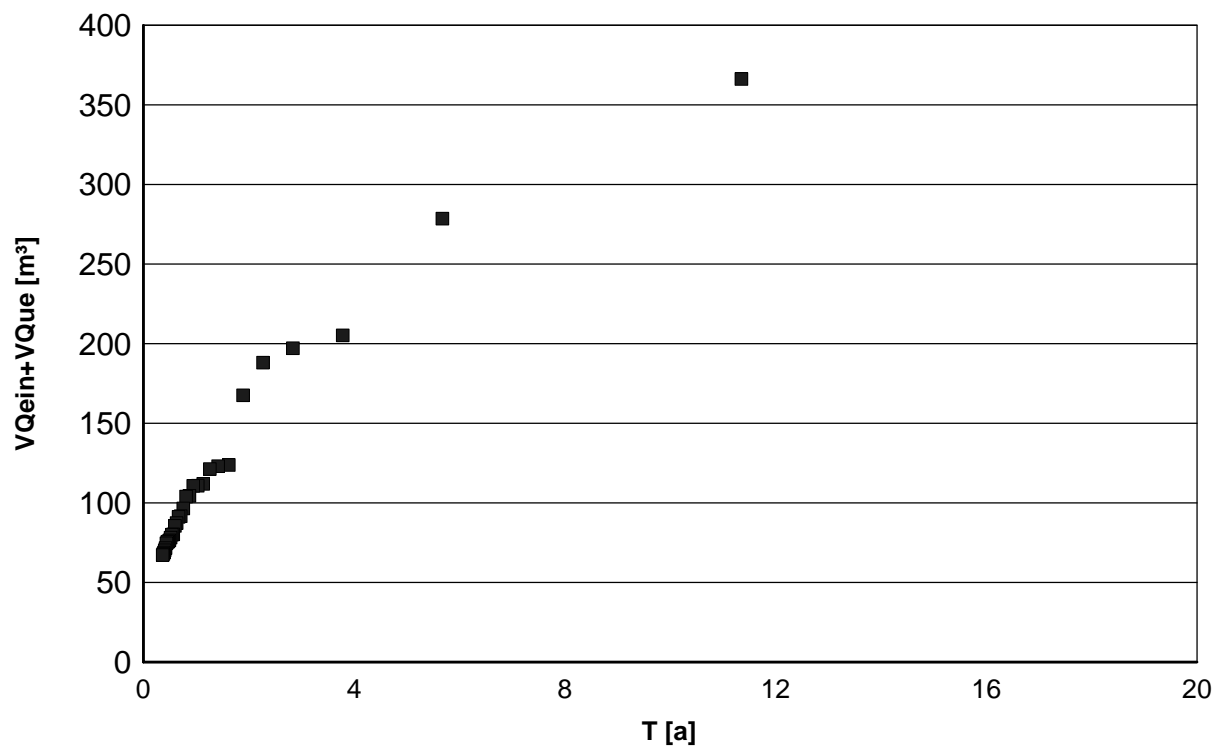
Institut für technisch-wissenschaftliche  
Hydrologie GmbH

**Kosim-XL**
**Bericht 10**  
Regenrückhaltebecken

Seite 10.2

| Bauwerk RRB-Erdbecken      |                                    |                          |                           |
|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Angeschlossene Flächen     | Fläche                             | A <sub>und,kum</sub>     | 1,12 ha                   |
|                            | Fläche                             | A <sub>durch,kum</sub>   | 1,88 ha                   |
|                            | Fläche                             | A <sub>nat,kum</sub>     | 0,00 ha                   |
|                            | Fläche                             | A <sub>ges,kum</sub>     | 3,00 ha                   |
| Kenndaten                  | Länge                              |                          | 20,00 m                   |
|                            | Breite                             |                          | 14,50 m                   |
|                            | Tiefe                              |                          | 1,50 m                    |
|                            | Böschungsneigung                   | 1:                       | 3,00                      |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 1          | Q <sub>dr1,max</sub>     | 5,50 l/s                  |
|                            | Maximaler Drosselabfluß 2          | Q <sub>dr2,max</sub>     | 0,00 l/s                  |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Sohle    | k <sub>f, Sohle</sub>    | 1,00 10 <sup>-6</sup> m/s |
|                            | Durchlässigkeitsbeiwert - Böschung | k <sub>f, Böschung</sub> | 1,00 10 <sup>-6</sup> m/s |
|                            | Erforderliche Bemessungshäufigkeit | n-erf                    | 0,20 1/a                  |
|                            | Max. Versickerungsleistung RRB     | Q <sub>s</sub>           | 522,00 l/h                |
|                            | Volumen im Dauerstau               | V <sub>dauer</sub>       | 0,00 m³                   |
|                            | Nutzbare Volumen                   | V <sub>nutz</sub>        | 242,63 m³                 |
|                            | Vorhandenes Volumen                | V <sub>vorh</sub>        | 242,63 m³                 |
| Prozeßdaten - Menge        | Zufluß                             | V <sub>Qzu</sub>         | 45.496,50 m³              |
|                            | Drosselabfluß 1                    | V <sub>Qab1,dr</sub>     | 45.048,00 m³              |
|                            | Drosselabfluß 2                    | V <sub>Qab2,dr</sub>     | 0,00 m³                   |
|                            | Überlaufmenge                      | V <sub>Que</sub>         | 132,40 m³                 |
|                            | Verdunstungsmenge                  | V <sub>Verd</sub>        | 9,30 m³                   |
|                            | Versickerungsmenge                 | V <sub>QSicker</sub>     | 306,60 m³                 |
|                            | Volumen zu Beginn des Zeitraumes   | V <sub>Beginn</sub>      | 0,00 m³                   |
|                            | Volumen am Ende des Zeitraumes     | V <sub>Ende</sub>        | 0,00 m³                   |
|                            | Niederschlag auf RRB               | V <sub>QrRRB</sub>       | 1.477,20 m³               |
| Einstau-/Überstaustatistik | Anzahl Einstauereignisse           | n <sub>ein</sub>         | 716                       |
|                            | Kalendertage mit Einstau           | n <sub>ein,d</sub>       | 542 d                     |
|                            | Einstaudauer                       | T <sub>ein</sub>         | 1.091,25 h                |
|                            | Anzahl Überlaufereignisse          | n <sub>ue</sub>          | 2                         |
|                            | Kalendertage mit Überlauf          | n <sub>ue,d</sub>        | 2 d                       |
|                            | Überlaufdauer                      | T <sub>ue</sub>          | 2,58 h                    |
|                            | Maximaler Überlauf                 | Q <sub>ue,max</sub>      | 40,80 l/s                 |
|                            | Vorhandene Überlaufhäufigkeit      | n-vorh                   | 0,21 1/a                  |
|                            | Erforderliches Volumen             | V <sub>erf</sub>         | 247,40 m³                 |
|                            |                                    |                          |                           |

## Statistische Auswertung RRB-Erdbecken



nutzb. Beckenvolumen 242,63 m³

Wiederkehrzeit T

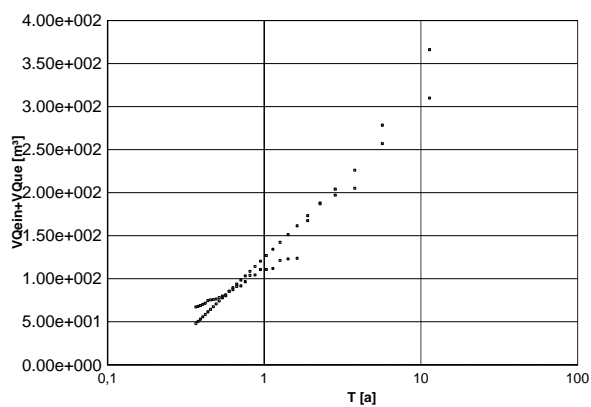
Einstauereignisse ■

Einstauvolumen VQein

Überlaufvolumen VQue

Regressionsberechnung ( $r^2 = 0,93$ )

Zusammenfassung



|                            |       |        |       |
|----------------------------|-------|--------|-------|
| vorh. Bemessungshäufigkeit | nvorh | 0,21   | [1/a] |
| erf. Bemessungshäufigkeit  | nerf  | 0,20   | [1/a] |
| vorh. Wiederkehrzeit       | Tvorh | 4,69   | [a]   |
| erf. Wiederkehrzeit        | Terf  | 5,00   | [a]   |
| vorh. Volumen              | Vvorh | 242,63 | [m³]  |
| erf. Volumen               | Verf  | 247,40 | [m³]  |

# Anlage 2.1: RRB Nachweisverfahren (Vorzugsvariante)

Institut für technisch-wissenschaftliche  
Hydrologie GmbH



**Kosim-XL**

**Bericht 14**  
Einstau-/Überstauereignisse Regenrückhaltebecken

Seite 14.2

| Liste der Einstauereignisse RRB-Erdbecken |                |         |          |              |              |          |           |          |        |       |
|---|----------------|---------|----------|--------------|--------------|----------|-----------|----------|--------|-------|
| Rang                                      | Beginn         | Tein[h] | max h[m] | Qzu,max[l/s] | Que,max[l/s] | VQzu[m³] | VQein[m³] | VQue[m³] | n[1/a] | T[a]  |
| 1   | 23.05.78 16:10 | 18,75   | 1,54     | 67,82        | 40,84        | 485,42   | 260,18    | 106,08   | 0,09   | 11,35 |
| 2   | 19.08.79 20:35 | 13,42   | 1,52     | 174,06       | 20,25        | 298,30   | 252,19    | 26,35    | 0,18   | 5,68  |
| 3   | 27.06.85 13:15 | 11,67   | 1,36     | 151,88       | 0,00         | 235,46   | 205,19    | 0,00     | 0,26   | 3,78  |
| 4   | 07.08.81 22:05 | 11,50   | 1,33     | 89,70        | 0,00         | 232,80   | 197,14    | 0,00     | 0,35   | 2,84  |
| 5   | 07.06.85 02:30 | 11,08   | 1,30     | 75,70        | 0,00         | 224,02   | 188,08    | 0,00     | 0,44   | 2,27  |
| 6   | 12.10.79 06:15 | 11,00   | 1,21     | 53,00        | 0,00         | 222,10   | 167,57    | 0,00     | 0,53   | 1,89  |
| 7   | 10.06.80 23:10 | 8,42    | 1,01     | 106,56       | 0,00         | 169,40   | 123,81    | 0,00     | 0,62   | 1,62  |
| 8   | 19.06.82 11:45 | 7,08    | 1,00     | 105,15       | 0,00         | 142,73   | 123,05    | 0,00     | 0,70   | 1,42  |
| 9   | 12.08.77 04:00 | 10,50   | 0,99     | 26,02        | 0,00         | 211,70   | 121,25    | 0,00     | 0,79   | 1,26  |
| 10  | 01.01.84 23:35 | 7,83    | 0,95     | 52,98        | 0,00         | 156,99   | 111,91    | 0,00     | 0,88   | 1,14  |
| 11  | 01.10.84 06:20 | 12,00   | 0,94     | 37,60        | 0,00         | 241,18   | 110,77    | 0,00     | 0,97   | 1,03  |
| 12  | 29.06.81 06:00 | 14,25   | 0,94     | 39,35        | 0,00         | 286,10   | 110,70    | 0,00     | 1,06   | 0,95  |
| 13  | 20.07.77 14:40 | 10,08   | 0,90     | 77,72        | 0,00         | 203,50   | 104,42    | 0,00     | 1,15   | 0,87  |
| 14  | 30.06.85 11:30 | 8,67    | 0,90     | 98,17        | 0,00         | 173,96   | 103,95    | 0,00     | 1,23   | 0,81  |
| 15  | 14.07.85 22:55 | 6,83    | 0,86     | 82,17        | 0,00         | 137,60   | 96,49     | 0,00     | 1,32   | 0,76  |
| 16  | 27.07.82 14:10 | 6,17    | 0,83     | 71,48        | 0,00         | 124,75   | 91,65     | 0,00     | 1,41   | 0,71  |
| 17  | 03.05.84 19:30 | 5,25    | 0,83     | 92,22        | 0,00         | 105,84   | 91,22     | 0,00     | 1,50   | 0,67  |
| 18  | 27.11.83 03:25 | 13,17   | 0,80     | 22,64        | 0,00         | 263,52   | 87,31     | 0,00     | 1,59   | 0,63  |
| 19  | 22.08.86 22:00 | 8,08    | 0,79     | 40,08        | 0,00         | 163,53   | 85,57     | 0,00     | 1,67   | 0,60  |
| 20  | 26.07.85 21:25 | 5,33    | 0,76     | 65,51        | 0,00         | 108,25   | 80,22     | 0,00     | 1,76   | 0,57  |
| 21  | 28.06.81 19:55 | 5,83    | 0,76     | 54,28        | 0,00         | 117,62   | 80,01     | 0,00     | 1,85   | 0,54  |
| 22  | 14.07.81 12:20 | 5,08    | 0,75     | 45,98        | 0,00         | 102,85   | 78,18     | 0,00     | 1,94   | 0,52  |
| 23  | 23.10.82 17:25 | 16,83   | 0,74     | 17,88        | 0,00         | 337,75   | 76,47     | 0,00     | 2,03   | 0,49  |
| 24  | 22.06.82 23:45 | 4,75    | 0,73     | 39,83        | 0,00         | 95,42    | 75,80     | 0,00     | 2,11   | 0,47  |
| 25  | 01.09.84 14:40 | 5,42    | 0,73     | 70,42        | 0,00         | 109,66   | 75,46     | 0,00     | 2,20   | 0,45  |
| 26  | 24.05.79 15:35 | 6,75    | 0,72     | 24,50        | 0,00         | 136,05   | 74,60     | 0,00     | 2,29   | 0,44  |
| 27  | 18.08.80 17:10 | 4,50    | 0,70     | 60,15        | 0,00         | 90,60    | 71,63     | 0,00     | 2,38   | 0,42  |
| 28  | 29.07.79 21:05 | 4,33    | 0,69     | 70,79        | 0,00         | 87,79    | 70,26     | 0,00     | 2,47   | 0,41  |
| 29  | 15.12.82 23:50 | 4,67    | 0,68     | 48,66        | 0,00         | 94,15    | 68,82     | 0,00     | 2,55   | 0,39  |
| 30  | 23.11.84 05:25 | 5,42    | 0,68     | 35,08        | 0,00         | 109,41   | 67,92     | 0,00     | 2,64   | 0,38  |
| 31  | 15.05.78 18:55 | 6,08    | 0,67     | 25,49        | 0,00         | 121,93   | 67,24     | 0,00     | 2,73   | 0,37  |

### **Zusätzliche Vorbemessung des Regenrückhaltebeckens nach dem Lastfallverfahren**

Zusätzlich zu den Ergebnissen der detaillierten Berechnung im Nachweisverfahren (vgl. Anlage 2.1) wurde das erforderliche Volumen für das RRB mit dem Lastfallverfahren gemäß DWA-A117 berechnet.

Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 1 den Ergebnissen der Berechnung im Nachweisverfahren gegenübergestellt. Die detaillierten Berechnungen finden sich auf den nachfolgenden Seiten.

**Tabelle 1 Erforderliche Speichervolumina gem. Nachweisverfahren und gem. Lastfallkonzept (DWA- A117) für eine Häufigkeit von  $n = 0,2$  1/a**

|                          | <b>Variante 1:</b> Anschluss Fernmeldebereich an RRB | <b>Variante 3:</b> Versickerung Fernmeldebereich |
|--------------------------|--|--|
| <b>Nachweisverfahren</b> | 315 m <sup>3</sup>                                   | 250 m <sup>3</sup>                               |
| <b>Lastfallverfahren</b> | 485 m <sup>3</sup>                                   | 370 m <sup>3</sup>                               |

Die Berechnung mit dem Lastfallverfahren führt zu deutlich größeren Volumina für das RRB.

Bei der Berechnung nach dem Lastfallkonzept werden für das Entwässerungssystem statische Größen angenommen, die das dynamische Niederschlags-Abfluss-Geschehen nur näherungsweise berücksichtigen. Das errechnete Volumen wird daher mit einem Zuschlagfaktor multipliziert, um einer möglichen Unterbemessung im Vergleich mit einer Berechnung im Nachweisverfahren vorzubeugen. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich eine 25-prozentige Erhöhung des im Nachweisverfahren errechneten Volumens.

Das Nachweisverfahren ist der Berechnung mit dem Lastfallverfahren grundsätzlich vorzuziehen, da es zu genaueren Ergebnissen und somit zu einer bedarfsge- rechten Planung führt.

## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

**Auftraggeber:**

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

**Beckenbemessung:**

Variante 1: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an das RRB angeschlossen.

T = 5 Jahre

**Eingabedaten:**

$$V = (A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(n)} - Q_S) \cdot D \cdot 60 \cdot f_Z \cdot f_A \quad \text{mit } Q_S = A_u \cdot q_S$$

|   |                          |                |        |
|---|--------------------------|----------------|--------|
| Einzugsgebietsfläche                            | $A_E$                    | m <sup>2</sup> | 36.615 |
| Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)       | $\Psi_m$                 | 1              | 0,38   |
| undurchlässige Fläche                           | $A_u$                    | m <sup>2</sup> | 13.876 |
| Drosselabflussspende bezogen auf $A_u$          | $q_S$                    | l/(s ha)       | 4,0    |
| Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle               | $k_{f, \text{Sohle}}$    | m/s            |        |
| Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung            | $k_{f, \text{Böschung}}$ | m/s            |        |
| gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)  | $L_s$                    | m              |        |
| gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken) | $B_s$                    | m              |        |
| gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)      | $z_{\max}$               | m              |        |
| gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)      | 1:m                      | 1              |        |
| gewählte Regenhäufigkeit                        | n                        | 1/Jahr         | 0,2    |
| Zuschlagfaktor                                  | $f_Z$                    | 1              | 1,20   |
| Abminderungsfaktor                              | $f_A$                    | 1              | 1,00   |

**Bemerkungen zu Berechnungsannahmen:**

Kostra-Starkniederschlagsdaten, T = 5a, Rasterfeld Spalte: 27, Zeile: 28

Kostra-Atlas DWD 1.0

$$\text{Drosselabflussspende}^* = 1,5 \text{ l/(s ha } A_{\text{ges}}) = 1,5 \cdot A_{\text{ges}}/A_u \text{ l/(s ha } A_{\text{ges}}) = 4,0 \text{ l/(s ha } A_u)$$

 $A_u$ : undurchlässige Fläche der Liegenschaft **mit** Fernmeldebereich/Kabellager $A_{\text{ges}}$ : Gesamtfläche der Liegenschaft

\* Für die Ermittlung der zul. Drosselabflussspende wird der zul. Drosselabfluss

(1,5 l/(s ha  $A_{\text{ges}}$ ) \*  $A_{\text{ges}}$  = 5,5 l/s) durch die angeschlossene undurchlässige Fläche geteilt.

Berechnung gem. "Einfaches Verfahren" des DWA-Arbeitsblattes A117

## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

### Auftraggeber:

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Beckenbemessung:

Variante 1: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an das RRB angeschlossen.

T = 5 Jahre

### örtliche Regendaten:

| D [min] | $r_{D,n}$ [l/(s*ha)] |
|---------|----------------------|
| 90      | 48,2                 |
| 120     | 39,0                 |
| 180     | 29,0                 |
| 240     | 23,4                 |
| 360     | 17,4                 |
| 540     | 12,9                 |
| 720     | 10,4                 |
| 1080    | 7,5                  |
| 1440    | 6,1                  |
|         |                      |

### Berechnung:

| V [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|
| 398                 |
| 420                 |
| 450                 |
| 466                 |
| 483                 |
| 482                 |
| 463                 |
| 382                 |
| 308                 |
|                     |

### Ergebnisse:

|                                       |                        |                      |            |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|------------|
| maßgebende Dauer des Bemessungsregens | D                      | min                  | 17,4       |
| maßgebende Regenspende                | $r_{D,n}$              | l/(s*ha)             | 0          |
| <b>erforderliches Speichervolumen</b> | <b>V<sub>erf</sub></b> | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>483</b> |

Bei Anschluss der Fernmeldemeisterei und des Kabellagers an das RRB ergibt sich zur Reduzierung der Abflussspitzen ein erforderliches Rückhaltevolumen rd. 485 m<sup>3</sup>.

## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

### Auftraggeber:

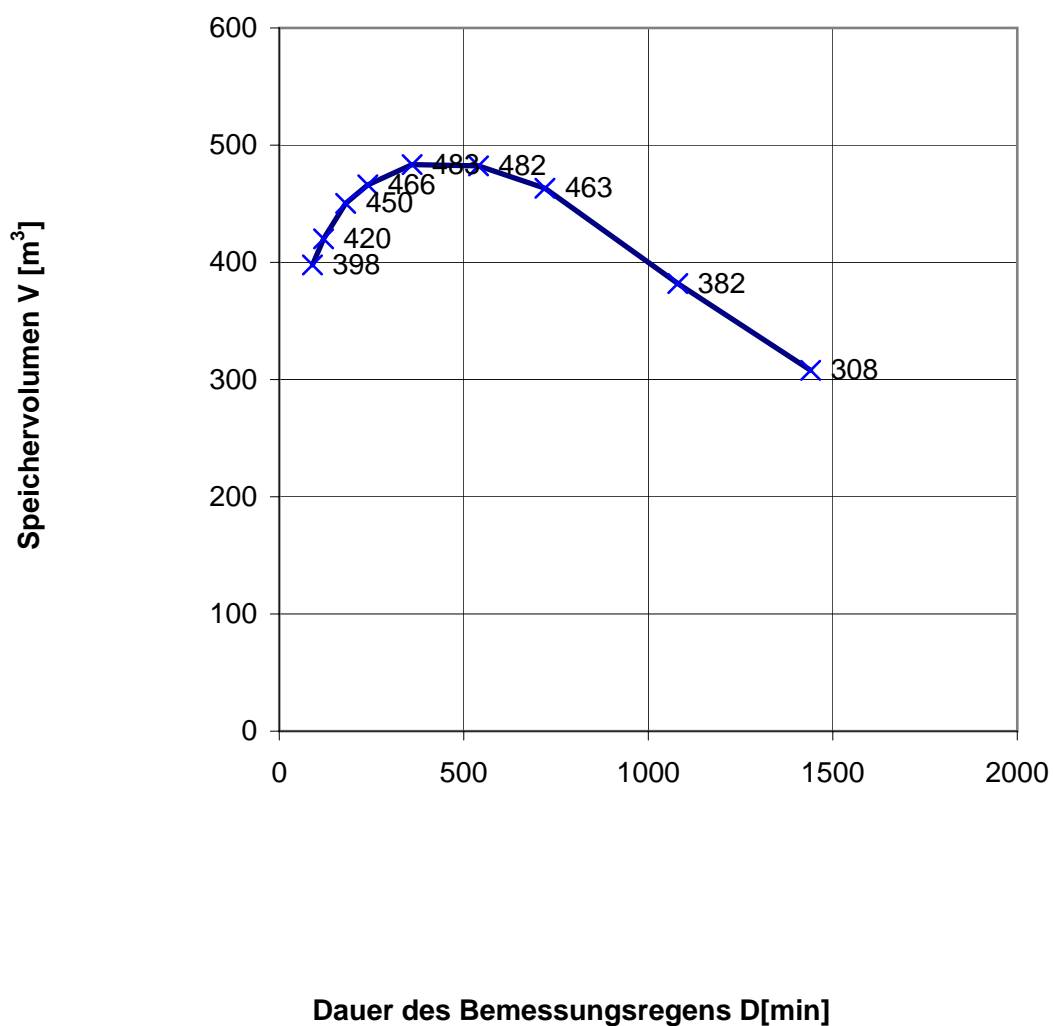
Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Beckenbemessung:

Variante 1: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an das RRB angeschlossen.

T = 5 Jahre

### Versickerungsbecken





## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

### Auftraggeber:

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Beckenbemessung:

Variante 2: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an Versickerungsmulden angeschlossen.  
T = 5 Jahre

### Eingabedaten:

$$V = (A_u \cdot 10^{-3} \cdot r_{D(m)} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A \quad \text{mit } Q_s = A_u \cdot q_s$$

|   |                          |                |        |
|---|--------------------------|----------------|--------|
| Einzugsgebietsfläche                            | $A_E$                    | m <sup>2</sup> | 36.615 |
| Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)       | $\Psi_m$                 | 1              | 0,31   |
| undurchlässige Fläche                           | $A_u$                    | m <sup>2</sup> | 11.336 |
| Drosselabflussspende bezogen auf $A_u$          | $q_s$                    | l/(s ha)       | 4,8    |
| Durchlässigkeitsbeiwert der Sohle               | $k_{f, \text{Sohle}}$    | m/s            |        |
| Durchlässigkeitsbeiwert der Böschung            | $k_{f, \text{Böschung}}$ | m/s            |        |
| gewählte Länge der Sohlfläche (Rechteckbecken)  | $L_s$                    | m              |        |
| gewählte Breite der Sohlfläche (Rechteckbecken) | $B_s$                    | m              |        |
| gewählte max. Einstauhöhe (Rechteckbecken)      | $z_{\max}$               | m              |        |
| gewählte Böschungsneigung (Rechteckbecken)      | 1:m                      | 1              |        |
| gewählte Regenhäufigkeit                        | n                        | 1/Jahr         | 0,2    |
| Zuschlagfaktor                                  | $f_z$                    | 1              | 1,20   |
| Abminderungsfaktor                              | $f_A$                    | 1              | 1,00   |

### Bemerkungen zu Berechnungsannahmen:

Kostra-Starkniederschlagsdaten, T = 5a, Rasterfeld Spalte:27, Zeile:28

Kostra-Atlas DWD 1.0

Drosselabflussspende\* =  $1,5 \text{ l/(s ha } A_{\text{ges}}) \cdot A_{\text{ges}}/A_{u, \text{ohne}}$   $\text{l/(s ha } A_{\text{ges}}) = 4,8 \text{ l/(s ha } A_u)$

$A_{u, \text{ohne}}$ : undurchlässige Fläche der Liegenschaft **ohne** Fernmeldebereich/Kabellager

$A_{\text{ges}}$ : Gesamtfläche der Liegenschaft

\* Für die Ermittlung der zul. Drosselabflussspende wird der zul. Drosselabfluss

$(1,5 \text{ l/(s ha } A_{\text{ges}}) \cdot A_{\text{ges}} = 5,5 \text{ l/s})$  durch die angeschlossene undurchlässige Fläche geteilt.

Berechnung gem. "Einfaches Verfahren" des DWA-Arbeitsblattes A117

## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

### Auftraggeber:

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Beckenbemessung:

Variante 2: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an Versickerungsmulden angeschlossen.  
T = 5 Jahre

### örtliche Regendaten:

| D [min] | $r_{D,n}$ [l/(s*ha)] |
|---------|----------------------|
| 90      | 48,2                 |
| 120     | 39,0                 |
| 180     | 29,0                 |
| 240     | 23,4                 |
| 360     | 17,4                 |
| 540     | 12,9                 |
| 720     | 10,4                 |
| 1080    | 7,5                  |
|         |                      |
|         |                      |

### Berechnung:

| V [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|
| 319                 |
| 335                 |
| 355                 |
| 364                 |
| 369                 |
| 355                 |
| 327                 |
| 234                 |
|                     |
|                     |

### Ergebnisse:

|                                       |                        |                      |            |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------|------------|
| maßgebende Dauer des Bemessungsregens | D                      | min                  | 17,4       |
| maßgebende Regenspende                | $r_{D,n}$              | l/(s*ha)             | 0          |
| <b>erforderliches Speichervolumen</b> | <b>V<sub>erf</sub></b> | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>369</b> |

Bei Versickerung der Abflüsse von Fernmeldemeisterei und Kabellager ergibt sich für das RRB ein erforderliches Rückhaltevolumen rd. 370 m<sup>3</sup>.

## Bemessung von Regenrückhalteräumen im Näherungsverfahren nach DWA-A 117

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 03.02.2009

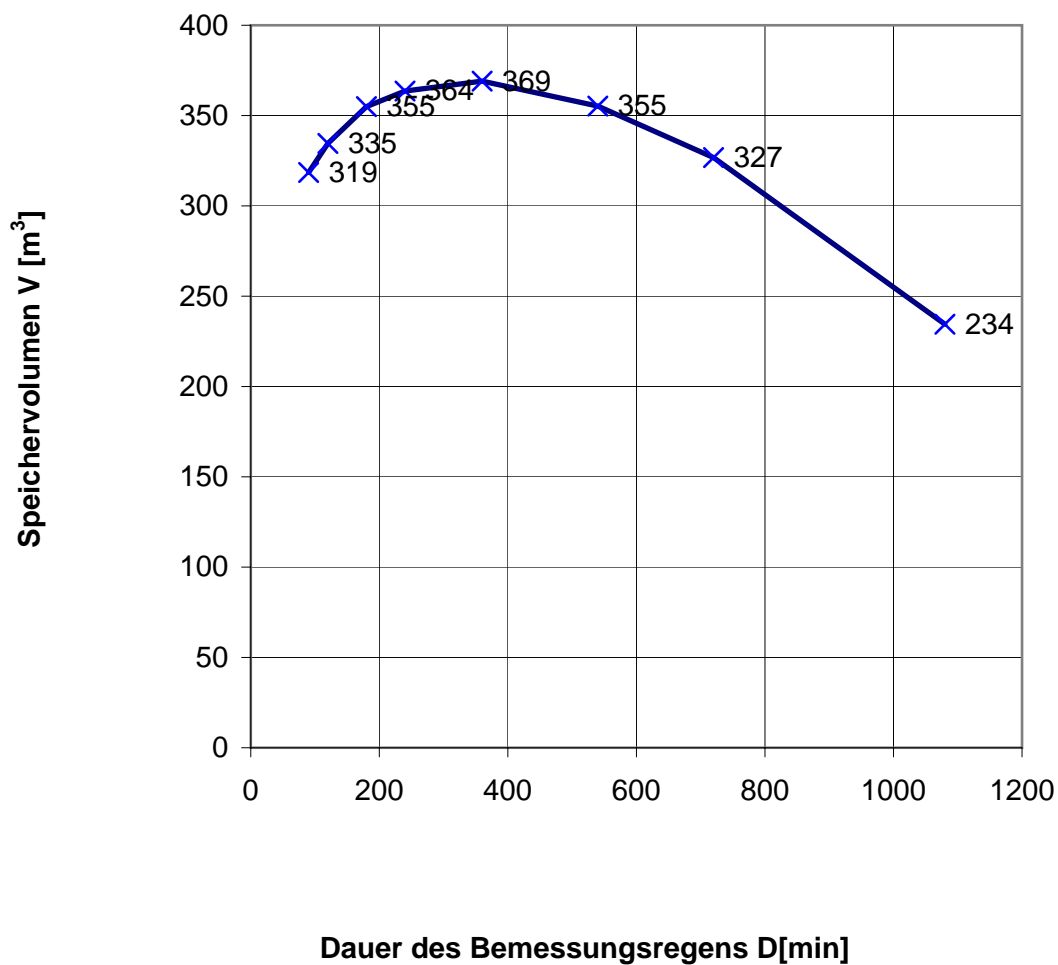
### Auftraggeber:

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Beckenbemessung:

Variante 2: Fernmeldemeisterei und Kabellager sind an Versickerungsmulden  
angeschlossen. T = 5 Jahre

### Versickerungsbecken



## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 01.02.2009

**Auftraggeber:**

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

**Muldenversickerung:**

Abkopplung der Dach- und Hofflächen des Kabellagers

T = 5 Jahre

**Eingabedaten:**  $V = [(A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f / 2] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$ 

|  |          |                |         |
|--|----------|----------------|---------|
| Einzugsgebietsfläche                         | $A_E$    | m <sup>2</sup> | 1.350   |
| Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (DWA-A 138)    | $\Psi_m$ | 1              | 1,00    |
| undurchlässige Fläche                        | $A_u$    | m <sup>2</sup> | 1.350   |
| Versickerungsfläche                          | $A_s$    | m <sup>2</sup> | 150     |
| Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone | $k_f$    | m/s            | 1,0E-05 |
| gewählte Regenhäufigkeit                     | n        | 1/Jahr         | 0,2     |
| Zuschlagfaktor                               | $f_z$    | 1              | 1,1     |

**örtliche Regendaten:**

| D [min] | $r_{D(n)}$ [l/(s*ha)] |
|---------|-----------------------|
| 90      | 48,2                  |
| 120     | 39,0                  |
| 180     | 29,0                  |
| 240     | 23,4                  |
| 360     | 17,4                  |
| 540     | 12,9                  |
| 720     | 10,4                  |

**Berechnung:**

| V [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|
| 38,5                |
| 40,4                |
| 42,8                |
| 43,7                |
| 44,2                |
| 42,2                |
| 38,5                |

**Ergebnisse:**

|   |            |                      |             |
|---|------------|----------------------|-------------|
| maßgebende Dauer des Bemessungsregens       | D          | min                  | 360         |
| maßgebende Regenspende                      | $r_{D(n)}$ | l/(s*ha)             | 17,4        |
| <b>erforderliches Muldenspeichervolumen</b> | <b>V</b>   | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>44,2</b> |
| Einstauhöhe in der Mulde                    | $z_M$      | m                    | 0,29        |
| Entleerungszeit der Mulde                   | $t_E$      | h                    | 16,4        |

**Bemerkungen:**

## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 01.02.2009

### Auftraggeber:

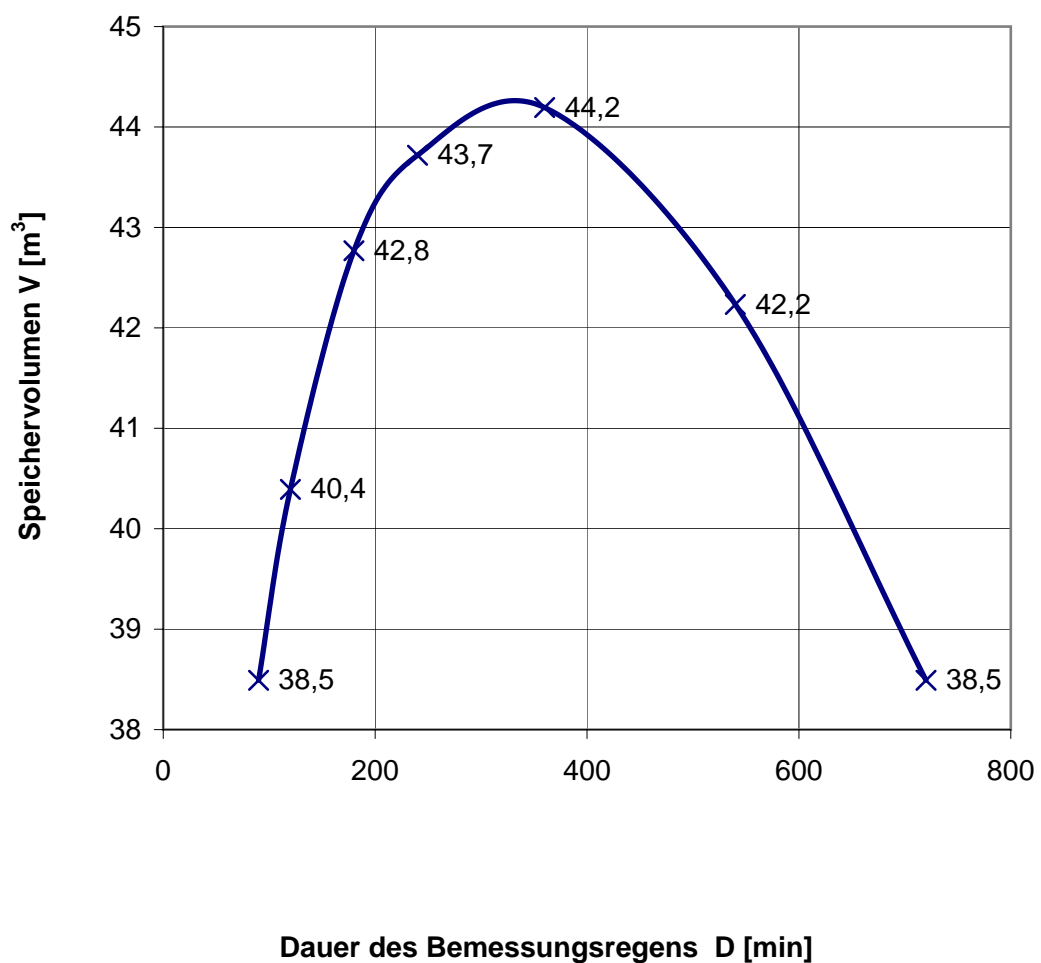
Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Muldenversickerung:

Abkopplung der Dach- und Hofflächen des Kabellagers

T = 5 Jahre

### Muldenversickerung



## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 01.02.2009

**Auftraggeber:**

Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

**Muldenversickerung:**

Abkopplung der Dach- und Hofflächen der Fernmeldemeisterei

T = 5 Jahre

**Eingabedaten:**

$$V = [ (A_u + A_s) \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)} - A_s \cdot k_f / 2 ] \cdot D \cdot 60 \cdot f_z$$

|  |          |                |         |
|--|----------|----------------|---------|
| Einzugsgebietsfläche                           | $A_E$    | m <sup>2</sup> | 1.150   |
| Abflussbeiwert gem. Tabelle 2 (ATV-DVWK-A 138) | $\Psi_m$ | 1              | 1,00    |
| undurchlässige Fläche                          | $A_u$    | m <sup>2</sup> | 1.150   |
| Versickerungsfläche                            | $A_s$    | m <sup>2</sup> | 130     |
| Durchlässigkeitsbeiwert der gesättigten Zone   | $k_f$    | m/s            | 1,0E-05 |
| gewählte Regenhäufigkeit                       | n        | 1/Jahr         | 0,2     |
| Zuschlagfaktor                                 | $f_z$    | 1              | 1,1     |

**örtliche Regendaten:**

| D [min] | $r_{D(n)}$ [l/(s*ha)] |
|---------|-----------------------|
| 90      | 48,2                  |
| 120     | 39,0                  |
| 180     | 29,0                  |
| 240     | 23,4                  |
| 360     | 17,4                  |
| 540     | 12,9                  |
| 720     | 10,4                  |

**Berechnung:**

| V [m <sup>3</sup> ] |
|---------------------|
| 32,8                |
| 34,4                |
| 36,4                |
| 37,1                |
| 37,5                |
| 35,7                |
| 32,4                |

**Ergebnisse:**

|   |            |                      |             |
|---|------------|----------------------|-------------|
| maßgebende Dauer des Bemessungsregens       | D          | min                  | 360         |
| maßgebende Regenspende                      | $r_{D(n)}$ | l/(s*ha)             | 17,4        |
| <b>erforderliches Muldenspeichervolumen</b> | <b>V</b>   | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>37,5</b> |
| Einstauhöhe in der Mulde                    | $z_M$      | m                    | 0,29        |
| Entleerungszeit der Mulde                   | $t_E$      | h                    | 16,0        |

**Bemerkungen:**

## Dimensionierung einer Versickerungsmulde nach DWA-A 138

LAK Teil B

Autobahn- und Fernmeldemeisterei

Stand: 01.02.2009

### Auftraggeber:

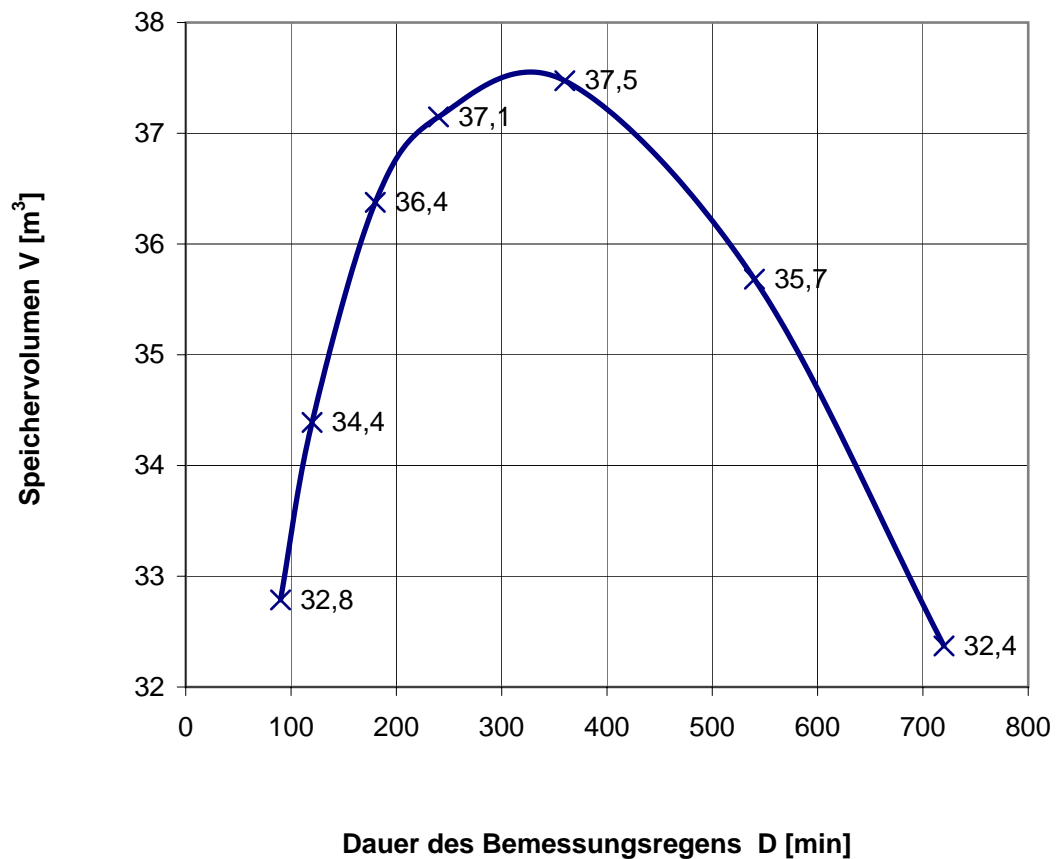
Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung

### Muldenversickerung:

Abkopplung der Dach- und Hofflächen der Fernmeldemeisterei

T = 5 Jahre

### Muldenversickerung



## Grundlagen für die Kostenschätzung

### Neubau

Die vorgesehenen Neubaumaßnahmen am Kanalnetz liegen alle im Zufahrtsbereich der Liegenschaft. Da die Oberflächenbefestigung dort im Zuge des Autobahnausbaus unabhängig von der Sanierung des Abwassersystems neu erstellt wird, sind die Kosten für Abtrag und Wiederherstellung der Oberflächenbefestigung in der Kostenschätzung nicht berücksichtigt.

Die Kosten für die im Zufahrtsbereich der Liegenschaft vorgesehenen Neubaumaßnahmen können bei den vorhandenen Randbedingungen einheitlich angegeben werden, da

- die Verlegetiefe im Zufahrtsbereich einheitlich in der Größenordnung von 2 m liegt und
- die Kosten für die erforderlichen Haltungen aus Beton (DN 300 und DN 500) in der gleichen Größenordnung wie die Kosten für die erforderlichen Haltungen aus Steinzeug (DN 200) liegen.

### Rückbau

Für die Rückbaumaßnahmen wird ein einheitlicher Preis pro Meter angesetzt. Abhängig von der Verlegetiefe ist ein Ausbau oder eine Verdämmung der Kanäle vorzusehen. Mit zunehmender Tiefe wird die Verdämmung die günstigere Variante.

*Kommentar: Der Begriff „Rückbau“ umfasst sowohl den Ausbau inkl. Verwertung und Wiederverfüllung als auch die Verdämmung von abwassertechnischen Anlagen.*

### Reparatur

Für die punktuellen Reparaturmaßnahmen wird ein mittlerer Preis angesetzt.

### Renovierung

Die Renovierung für Haltungen DN 250 und DN 300 wird mit einem einheitlichen Preis für Reliningverfahren angesetzt.

### Sonderbauwerke

Für das neu zu bauende Regenrückhaltebecken und das Kontrollbauwerk werden Kubikmeterpreise angesetzt, die die Kosten für die technischen Anlagen mit einschließen. Das Pumpwerk am RRB- Ablauf wird mit einem Stück-Preis berücksichtigt.

Für die Versickerungsmulden wird ein Einheitspreis je m<sup>2</sup> abgekoppelter Fläche angesetzt, der die Kosten für die Zuleitungen zu den Anlagen mit einschließt.



## Zusammenstellung der Gesamtkosten [€]

| <b>Maßnahme</b>   | <b>Brutto*-Kosten<br/>Abschnitt 1 [€]<br/>(2012)</b> | <b>Brutto*-Kosten<br/>Abschnitt 2 [€]<br/>(2010)</b> |
|---|--|--|
| Bautechnische Sanierung Regenwassernetz                                   |  | 46.686   |
| Bautechnische Sanierung Schmutzwassernetz                                 |  | 6.605  |
| Reinigung/Inspektion der im LAK A nicht untersuchten Anschlussleitungen   |  | 1.803  |
| Sanierung der im LAK A nicht untersuchten Anschlussleitungen <sup>1</sup> |  | 5.152  |
| Rückbau Regenwassernetz   | 11.238   |  |
| Rückbau Schmutzwassernetz   | 4.810  |  |
| Neubau Regenwassernetz  | 27.078   |  |
| Neubau Schmutzwassernetz  | 9.577  |  |
| Neubau Sonderbauwerke und Versickerungsmulden                             | 113.928  |  |
| zzgl. Baustelleneinrichtung Neubau (pauschal)                             | 3.300  |  |
| <b>Brutto*-Summe [€]</b>  | <b>169.932</b>                                       | <b>60.246</b>  |
| <b>Gesamt-Brutto*-Summe [€]</b>   | <b>230.177</b>                                       |  |

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

<sup>1</sup> grobe Schätzung auf der Grundlage der bisher erfassten Schadensdichte

## Zusammenstellung der angesetzten Einheitspreise (Netto) und Nutzungsdauern der Anlagen

| Investitionskosten              |                     |                                   | Nutzungs-<br>dauer [a] |
|---------------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------|
| <b>Haltungen und Leitungen</b>  | <b>Stand 2009**</b> |                                   |                        |
| Neubau                          | 278                 | €/m                               | 80                     |
| Erneuerung                      | 333                 | €/m                               | 80                     |
| Renovierung                     | 178                 | €/m                               | 30                     |
| Reparatur                       | 333                 | €/Schaden                         | 10                     |
| Rückbau Haltungen               | 33                  | €/m                               |                        |
| Rückbau Leitungen               | 22                  | €/m                               |                        |
| <b>Schächte</b>                 |                     |                                   |                        |
| Neubau, Grünfläche              | 1665                | €/Stück                           | 80                     |
| Neubau, Hoffläche               | 2775                | €/Stück                           | 80                     |
| Erneuerung, Grünfläche          | 1998                | €/Stück                           | 80                     |
| Erneuerung, Hoffläche           | 3330                | €/Stück                           | 80                     |
| Renovierung                     | 833                 | €/Stück                           | 30                     |
| Reparatur                       | 278                 | €/Stück                           | 10                     |
| Rückbau (Verdämmung)            | 111                 | €/Stück                           |                        |
| Rückbau (Ausbau)                | 278                 | €/Stück                           |                        |
| <b>Bauwerke</b>                 |                     |                                   |                        |
| Regenrückhaltebecken, Erdbecken | 167                 | €/m <sup>3</sup>                  | 60                     |
| Schlammfang, Betonbauwerk       | 555                 | €/m <sup>3</sup>                  | 60                     |
| Pumpwerk RRB                    | 16650               | €/Stück                           | 30                     |
| Versickerungsmulden             | 8,3                 | €/m <sup>2</sup> A <sub>red</sub> | 30                     |

|                                   |      |                                      |
|-----------------------------------|------|--------------------------------------|
| <b>Laufende Kosten</b>            |      |                                      |
| Unterhaltung Kanalnetz            | 0,83 | €/(m*a)                              |
| Unterhaltung Versickerungsanlagen | 1,11 | €/(m <sup>2</sup> A <sub>s</sub> *a) |

|  |      |     |
|--|------|-----|
| <b>Kosten für Reinigung und Inspektion *</b>                   |      |     |
| Reinigung und TV-Inspektion<br>zusätzlicher Anschlussleitungen | 7,77 | €/m |

\* nur bei zusätzlicher Reinigung/Inspektion (Anschlussleitungen) - ggf. mit neuen Inspektionstechniken

Die Reinigung und Inspektion neuer und sanierter Abschnitte ist in den o.g. Einheitspreisen enthalten.

\*\* Die geschätzten Einheitspreise für das Jahr 2009 basieren auf Preisindizes für die Bauwirtschaft des Statistischen Bundesamtes.

## Sonderbauwerke und Versickerungsmulden

| Bauwerk                                    |      | Einheit | spezifische<br>Kosten<br>[€/Einheit] | Netto-<br>Kosten [€] | Brutto-<br>Kosten* [€] |
|--|------|---------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Regenrückhaltebecken<br>(Erdbecken)        | 250  | m³      | 167                                  | 41.625               | 49.534                 |
| Pumpwerk RRB                               | 1    | Stck    | 16.650                               | 16.650               | 19.814                 |
| Kontroll-/Reinigungsbecken                 | 30   | m³      | 555                                  | 16.650               | 19.814                 |
| Versickerungsmulden                        | 2500 | m² Ared | 8,3                                  | 20.813               | 24.767                 |
| <b><u>Brutto-Summe Sonderbauwerke:</u></b> |      |         |                                      |                      | <b><u>113.928</u></b>  |

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

## Abwassersysteme

| Maßnahme                                  | Brutto-Kosten* [€] |           |          |               |
|---|--------------------|-----------|----------|---------------|
|   | Haltungen          | Leitungen | Schächte | Gesamt        |
| Bautechnische Sanierung Regenwassernetz   | 31.034             | 5.944     | 9.709    | <b>46.686</b> |
| Bautechnische Sanierung Schmutzwassernetz | 1.189              | 0         | 5.416    | <b>6.605</b>  |
| Rückbau Regenwassernetz                   | 5.870              | 4.312     | 1.057    | <b>11.238</b> |
| Rückbau Schmutzwassernetz                 | 4.282              | 0         | 528      | <b>4.810</b>  |
| Neubau Regenwassernetz                    | 25.097             | 0         | 1.981    | <b>27.078</b> |
| Neubau Schmutzwassernetz                  | 6.274              | 0         | 3.302    | <b>9.577</b>  |

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

Die Kosten für die einzelnen Baumaßnahmen sind auf den nachfolgenden Seiten getrennt nach Regen- und Schmutzwasser jeweils für Haltungen, Leitungen und Schächte zusammengestellt.

## Regenwasser - Haltungen

### Bautechnische Sanierung:

#### - Reparatur:

| Haltungs-Nr. | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 100009       | U          | 300     | 3  | BBF A           | Beton    | 2,1                      | 18,15              | 2   | 666              | 793                |
| 100025       | B          | 150     | 2  | BBB A           | Beton    | 1,3                      | 21,15              | 2   | 666              | 793                |
| 100027       | B          | 150     | 4  | BAO             | Beton    | 1,2                      | 20,67              | 6   | 1.998            | 2.378              |
| 100101       | U          | 250     | 3  | BBF A           | Beton    | 1,9                      | 24,00              | 4   | 1.332            | 1.585              |
| 100103       | B          | 200     | 2  | BAG             | Beton    | 1,6                      | 24,18              | 3   | 999              | 1.189              |
| 100105       | B          | 200     | 2  | BAJ C           | Beton    | 1,5                      | 21,67              | 4   | 1.332            | 1.585              |
| 100107       | B          | 200     | 2  | BAG             | Beton    | 1,3                      | 35,31              | 4   | 1.332            | 1.585              |
| 101011       | U          | 200     | 2  | BAI A B         | Stz      | 1,6                      | 39,08              | 7   | 2.331            | 2.774              |
| 101012       | U          | 150     | 3  | BBB A           | Stz      | 1,6                      | 5,98               | 2   | 666              | 793                |

**Summe: 13.473**

#### - Renovierung:

| Haltungs-Nr. | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 100017       | U          | 300     | 5  | BAF I A         | Beton    | 1,9                      | 16,70              | 16,70                                     | 2.966            | 3.529              |
| 100013       | U          | 250     | 5  | BBA C           | Beton    | 2,1                      | 34,33              | 34,33                                     | 6.097            | 7.255              |
| 100015       | U          | 250     | 3  | BBF A           | Beton    | 2,2                      | 32,06              | 32,06                                     | 5.694            | 6.776              |

**Summe: 17.561**

#### - Erneuerung:

**0**

**Brutto-Summe Sanierung RW-Haltungen: 31.034**

### Neu- und Rückbau:

## Regenwasser - Haltungen

### - Neubau:

| Haltungs-Nr.  | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|---------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 101000n       | B          | 300     |    |                 | Beton    | 2,0                      | 28,00              | 28,00                                     | 7.770            | 9.246              |
| 101001n       | B          | 300     |    |                 | Beton    | 2,0                      | 19,00              | 19,00                                     | 5.273            | 6.274              |
| 101RKB01n     | B          | 300     |    |                 | Beton    | 2,0                      | 7,00               | 7,00                                      | 1.943            | 2.312              |
| 100008n       | B          | 300     |    |                 | Beton    | 2,0                      | 22,00              | 22,00                                     | 6.105            | 7.265              |
| <b>Summe:</b> |            |         |    |                 |          |                          |                    |   | <b>25.097</b>    |                    |

### - Rückbau:

| Haltungs-Nr.  | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|---------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 100002        | U          | 500     |    |                 | Beton    | 1,5                      | 5,97               | 5,97                                      | 133              | 158                |
| 100003        | B          | 300     | 1  | BAJ B           | Beton    | 1,2                      | 33,93              | 33,93                                     | 753              | 896                |
| 100003B       | B          | 300     | 5  | BAB C           | Beton    | 1,7                      | 12,51              | 12,51                                     | 278              | 330                |
| 100005        | B          | 500     | 0  |                 | Beton    | 0,8                      | 31,66              | 31,66                                     | 703              | 836                |
| 100007        | U          | 300     | 0  |                 | Beton    | 1,1                      | 8,68               | 8,68                                      | 193              | 229                |
| 100008        | U          | 300     | 5  | BBA C           | Beton    | 1,8                      | 12,24              | 12,24                                     | 272              | 323                |
| 101001        | B          | 300     | 4  | BAB C C         | PVC      | 2,2                      | 18,33              | 18,33                                     | 407              | 484                |
| 110001        | B          | 200     | 1  | BAG             | PVC      | 1,5                      | 39,07              | 39,07                                     | 867              | 1.032              |
| 110002        | U          | 200     | 0  |                 | PVC      | 1,5                      | 34,82              | 34,82                                     | 773              | 920                |
| 120001        | U          | 150     | 2  | BAJ C           | PVC      | 0,5                      | 24,98              | 24,98                                     | 555              | 660                |
| <b>Summe:</b> |            |         |    |                 |          |                          |                    |   | <b>5.870</b>     |                    |

**Brutto-Summe Neu-/Rückbau RW-Haltungen: 30.967**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

## Regenwasser-Leitungen

### Bautechnische Sanierung:

**- Reparatur:**

| Leitungs-Nr.            | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | Leitungslänge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|-------------------------|---------|----|-----------------|----------|-------------------|---|------------------|--------------------|
| 100013RR02 <sup>1</sup> | 100     | 5  | BBA C           | PVC      | 12,78             | 1   | 333              | 396                |
| 100025SE01 <sup>1</sup> | 150     | 3  | BBF A           | Beton    | 14,13             | 3   | 999              | 1.189              |
| 100107SE03              | 150     | 2  | BBB A           | Beton    | 10,09             | 2   | 666              | 793                |
| 100107SE04              | 150     | 2  | BAJ B           | Beton    | 12,03             | 1   | 333              | 396                |
| 101005SE02              | 150     | 3  | BAI A A         | Stz      | 51,70             | 4   | 1.332            | 1.585              |
| 100015RR01              | 150     | 3  | BAA A           | Beton    | 13,18             | 2   | 666              | 793                |
| 101012RR04 <sup>1</sup> | 150     | 3  | BBC C           | Stz      | 52,63             | 1   | 333              | 396                |
| 101007SE01 <sup>1</sup> | 150     | 4  | BBC C           | PVC      | 47,42             | 1   | 333              | 396                |

**Summe: 5.944**

**- Renovierung:**

**0**

**- Erneuerung:**

**0**

**Brutto-Summe Sanierung RW-Leitungen: 5.944**

<sup>1)</sup> Durch die Reparaturmaßnahme(n) wird die Inspektionsfähigkeit bisher nicht untersuchter Leitungsbereiche hergestellt.

### Neu- und Rückbau:

**- Neubau:**

**0**

**- Rückbau:**

| Leitungs-Nr. | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | Leitungslänge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|---------|----|-----------------|----------|-------------------|---|------------------|--------------------|
| 110001RR01   | 100     | 0  |                 | PVC      | 15,85             | 15,85                                     | 352              | 419                |
| 110001SE01   | 150     | 0  |                 | PVC      | 9,41              | 9,41                                      | 209              | 249                |
| 110001SE02   | 150     | 0  |                 | PVC      | 9,45              | 9,45                                      | 210              | 250                |
| 120001ER01   | 150     | 2  | BAA A           | PVC      | 13,88             | 13,88                                     | 308              | 367                |
| 120001RR01   | 150     | 1  | BAJ C           | PVC      | 42,86             | 42,86                                     | 951              | 1.132              |
| 110001RR02   | 150     |    |                 | PVC      | 2,27              | 2,27                                      | 50               | 60                 |
| 110001RR03   | 150     |    |                 | PVC      | 2,73              | 2,73                                      | 61               | 72                 |
| 110001RR04   | 150     |    |                 | PVC      | 2,80              | 2,80                                      | 62               | 74                 |
| 110001RR05   | 150     |    |                 | PVC      | 1,70              | 1,70                                      | 38               | 45                 |

Anlage 3.1 Kostenschätzung - Regenwassernetz

**Regenwasser-Leitungen**

|            |     |  |  |     |       |       |     |     |
|------------|-----|--|--|-----|-------|-------|-----|-----|
| 110001RR06 | 150 |  |  | PVC | 20,28 | 20,28 | 450 | 536 |
| 110002RR01 | 150 |  |  | PVC | 18,37 | 18,37 | 408 | 485 |
| 110002RR02 | 150 |  |  | PVC | 20,09 | 20,09 | 446 | 531 |
| 110002RR03 | 150 |  |  | PVC | 2,07  | 2,07  | 46  | 55  |
| 120001RR02 | 150 |  |  | PVC | 1,46  | 1,46  | 32  | 39  |

**Summe: 4.312**

**Brutto-Summe Neu-/Rückbau RW-Leitungen: 4.312**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer



**Regenwasser - Schächte****Bautechnische Sanierung:****- Reparatur:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 100015      | U          | 5  | DAQ B           | 16,67             | 14,37           | 2,3               | 278              | 330               |
| 100017      | U          | 2  | DCM B           | 15,95             | 14,47           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100023      | B          | 2  | DCM B           | 15,89             | 14,58           | 1,2               | 278              | 330               |
| 100025      | B          | 4  | DAQ C           | 15,89             | 14,43           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100027      | B          | 2  | DCM B           | 16,04             | 14,81           | 1,2               | 278              | 330               |
| 100029      | U          | 4  | DAQ C           | 16,34             | 14,95           | 1,4               | 278              | 330               |
| 100105      | B          | 5  | DAR A           | 15,90             | 14,44           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100107      | B          | 2  | DCM B           | 15,86             | 14,60           | 1,3               | 278              | 330               |
| 100201      | B          | 2  | DCM B           | 15,87             | 14,62           | 1,3               | 278              | 330               |
| 101005      | U          | 5  | DAQ B           | 15,90             | 13,56           | 2,3               | 278              | 330               |
| 101011      | U          | 4  | DAQ A           | 15,82             | 15,02           | 0,8               | 278              | 330               |
| 101012      | U          | 4  | DAQ C           | 15,82             | 15,05           | 0,8               | 278              | 330               |

**Summe: 3.963****- Renovierung:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 100013      | U          | 5  | DAQ B           | 16,33             | 14,22           | 2,1               | 833              | 991               |

**Summe: 991****- Erneuerung:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 101001      | U          |    |                 | 15,69             | 13,25           | 2,4               | 1.998            | 2.378             |
| 100008      | U          |    |                 | 16,12             | 13,99           | 2,1               | 1.998            | 2.378             |

**Summe: 4.755****Brutto-Summe Sanierung RW-Schächte: 9.709****Neu- und Rückbau:****- Neubau:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 101000n     | U          |    |                 | k.A               | k.A             | k.A               | 1.665            | 1.981             |

**Summe: 1.981****- Rückbau (Verdämmung):**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 110001      | U          | 2  | DCM B           | 17,94             | 16,59           | 1,4               | 111              | 132               |
| 120001      | U          | 0  |                 | 18,44             | 17,46           | 1,0               | 111              | 132               |
| 100002      | U          | 0  |                 | 14,40             | 13,07           | 1,3               | 111              | 132               |
| 100005      | U          | 0  |                 | 14,69             | 13,57           | 1,1               | 111              | 132               |
| 100007      | U          | 0  |                 | 15,43             | 13,84           | 1,6               | 111              | 132               |
| 100003      | U          | 0  |                 | 15,06             | 13,17           | 1,9               | 111              | 132               |
| 100001      | B          | 0  |                 | 14,62             | 13              | 1,6               | 111              | 132               |
| 110002      | U          | 0  |                 | 18,03             | 16,39           | 1,6               | 111              | 132               |

**Summe: 1.057****Brutto-Summe Neu- und Rückbau RW-Schächte: 3.038**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

**Regenwasser - Schächte****Bautechnische Sanierung:****- Reparatur:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 100015      | U          | 5  | DAQ B           | 16,67             | 14,37           | 2,3               | 278              | 330               |
| 100017      | U          | 2  | DCM B           | 15,95             | 14,47           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100023      | B          | 2  | DCM B           | 15,89             | 14,58           | 1,2               | 278              | 330               |
| 100025      | B          | 4  | DAQ C           | 15,89             | 14,43           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100027      | B          | 2  | DCM B           | 16,04             | 14,81           | 1,2               | 278              | 330               |
| 100029      | U          | 4  | DAQ C           | 16,34             | 14,95           | 1,4               | 278              | 330               |
| 100105      | B          | 5  | DAR A           | 15,90             | 14,44           | 1,5               | 278              | 330               |
| 100107      | B          | 2  | DCM B           | 15,86             | 14,60           | 1,3               | 278              | 330               |
| 100201      | B          | 2  | DCM B           | 15,87             | 14,62           | 1,3               | 278              | 330               |
| 101005      | U          | 5  | DAQ B           | 15,90             | 13,56           | 2,3               | 278              | 330               |
| 101011      | U          | 4  | DAQ A           | 15,82             | 15,02           | 0,8               | 278              | 330               |
| 101012      | U          | 4  | DAQ C           | 15,82             | 15,05           | 0,8               | 278              | 330               |

**Summe: 3.963****- Renovierung:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 100013      | U          | 5  | DAQ B           | 16,33             | 14,22           | 2,1               | 833              | 991               |

**Summe: 991****- Erneuerung:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 101001      | U          |    |                 | 15,69             | 13,25           | 2,4               | 1.998            | 2.378             |
| 100008      | U          |    |                 | 16,12             | 13,99           | 2,1               | 1.998            | 2.378             |

**Summe: 4.755****Brutto-Summe Sanierung RW-Schächte: 9.709****Neu- und Rückbau:****- Neubau:**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 101000n     | U          |    |                 | k.A               | k.A             | k.A               | 1.665            | 1.981             |

**Summe: 1.981****- Rückbau (Verdämmung):**

| Schacht-Nr. | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|-------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 110001      | U          | 2  | DCM B           | 17,94             | 16,59           | 1,4               | 111              | 132               |
| 120001      | U          | 0  |                 | 18,44             | 17,46           | 1,0               | 111              | 132               |
| 100002      | U          | 0  |                 | 14,40             | 13,07           | 1,3               | 111              | 132               |
| 100005      | U          | 0  |                 | 14,69             | 13,57           | 1,1               | 111              | 132               |
| 100007      | U          | 0  |                 | 15,43             | 13,84           | 1,6               | 111              | 132               |
| 100003      | U          | 0  |                 | 15,06             | 13,17           | 1,9               | 111              | 132               |
| 100001      | B          | 0  |                 | 14,62             | 13              | 1,6               | 111              | 132               |
| 110002      | U          | 0  |                 | 18,03             | 16,39           | 1,6               | 111              | 132               |

**Summe: 1.057****Brutto-Summe Neu- und Rückbau RW-Schächte: 3.038**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

## Schmutzwasser - Haltungen

### Bautechnische Sanierung:

**- Reparatur:**

| Haltungs-Nr. | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 201208       | U          | 150     | 3  | BBA A           | Stz      | 1,3                      | 16,82              | 3   | 999              | 1.189              |

**Summe:** 1.189

**- Renovierung:**

0

**- Erneuerung:**

0

**Brutto-Summe Sanierung SW-Haltungen:** 1.189

### Neu- und Rückbau:

**- Neubau**

| Haltungs-Nr. | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 201103n      | B          | 200     |    | neu             | Stz      |                          | 8,00               | 8,00                                      | 2.220            | 2.642              |
| 201P01n      | U          | 200     |    | neu             | Stz      |                          | 11,00              | 11,00                                     | 3.053            | 3.632              |
| 201203n      | B          | 200     |    | neu             | Stz      |                          | 21,00              | 21,00                                     | 5.828            | 6.935              |
| 201204n      | U          | 200     |    | neu             | Stz      |                          | 18,00              | 18,00                                     | 4.995            | 5.944              |

**Summe:** 6.274

**- Rückbau:**

| Haltungs-Nr. | Oberfläche | DN [mm] | OK | maßgeb. Schaden | Material | mittlere Einbautiefe [m] | Haltungs-länge [m] | Länge/Anzahl der Maßnahme(n) [m] / [Stck] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|------------|---------|----|-----------------|----------|--------------------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| 201001       | U          | 150     | 0  |                 | PVC      |                          | 2,91               | 2,91                                      | 97               | 115                |
| 201002       | U          | 200     | 0  |                 | PVC      |                          | 5,76               | 5,76                                      | 192              | 228                |
| 201003       | U          | 150     |    |                 | PVC      |                          | 8,49               | 8,49                                      | 283              | 336                |
| 201202       | U          | 200     | 0  |                 | Stz      | 2,2                      | 19,16              | 19,16                                     | 638              | 759                |
| 201204       | B          | 200     | 2  | BAI A B         | Stz      | 1,8                      | 45,25              | 45,25                                     | 1.507            | 1.793              |
| 201P01       | U          | 150     |    |                 | PVC      |                          | 26,49              | 26,49                                     | 882              | 1.050              |

**Summe:** 4.282

**Brutto-Summe Neu-/Rückbau SW-Haltungen:** 10.556

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

## Schmutzwasser - Schächte

### Bautechnische Sanierung:

**- Reparatur:**

| Schacht-Nr.   | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|---------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 200004        | U          | 2  | DCM B           | 16,13             | 13,78           | 2,4               | 278              | 330               |
| 200018        | U          | 2  | DCM B           | 17,95             | 16,85           | 1,1               | 278              | 330               |
| <b>Summe:</b> |            |    |                 |                   |                 |                   |                  | <b>660</b>        |

**- Renovierung:**

**- Erneuerung:**

| Schacht-Nr.   | Oberfläche | OK | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|---------------|------------|----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 201P01        | U          | 0  |                 | 16,04             | 14,48           | 1,6               | 1.998            | 2.378             |
| 200002        | U          | 0  |                 | 15,97             | 11,65           | 4,3               | 1.998            | 2.378             |
| <b>Summe:</b> |            |    |                 |                   |                 |                   |                  | <b>4.755</b>      |

**Brutto-Summe Sanierung SW-Schächte: 5.416**

### Neu- und Rückbau:

**- Neubau:**

| Schacht-Nr.   | Oberfläche | SKL | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|---------------|------------|-----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 201203n       | B          |     |                 | k.A.              | k.A.            | k.A.              | 2.775            | 3.302             |
| <b>Summe:</b> |            |     |                 |                   |                 |                   |                  | <b>3.302</b>      |

**- Rückbau  
(Verdämmung):**

| Schacht-Nr.   | Oberfläche | SKL | maßgeb. Schaden | Deckelhöhe [m NN] | Sohlhöhe [m NN] | Schacht-tiefe [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten [€] |
|---------------|------------|-----|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 201001        | U          | 2   | DCM B           | 15,92             | 12,94           | 3,0               | 111              | 132               |
| 201002        | U          | 0   |                 | 15,73             | 13              | 2,8               | 111              | 132               |
| 201003        | U          | 0   |                 | 15,49             | 14              | 1,8               | 111              | 132               |
| 201202        | U          | 0   | DAQ C           | 15,42             | 13              | 2,0               | 111              | 132               |
| <b>Summe:</b> |            |     |                 |                   |                 |                   |                  | <b>528</b>        |

**Brutto-Summe Neu- und Rückbau SW-Schächte: 3.831**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

## Zusätzliche Reinigung/Inspektion von Anschlussleitungen

Im Rahmen der Abnahmebefahrung für die Sanierungsmaßnahmen sind zusätzliche Leitungsbereiche zu reinigen und zu inspizieren, die bisher im LAK Teil A aus technischen Gründen nicht untersucht werden konnten. Im Bedarfsfall ist eine innovative Inspektionstechnik einzusetzen.

### Reinigung/Inspektion RW-Leitungen:

#### 1) Herstellung der Inspektionsfähigkeit durch die bautechnische Sanierung

| Leitungs-Nr. | DN [mm] | Material | Leitungslänge [m] | Inspektionslänge [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|--------------|---------|----------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| 100013RR02   | 100     | PVC      | 12,78             | 10,88                | 85               | 101                |
| 100025SE01   | 150     | B        | 14,13             | 12,03                | 93               | 111                |
| 101003SE01   | 150     | STZ      | 4,61              | 4,61                 | 36               | 43                 |
| 101007SE02   | 150     | STZ      | 1,60              | 1,60                 | 12               | 15                 |
| 101007SE03   | 150     | STZ      | 1,44              | 1,44                 | 11               | 13                 |
| 101012RR01   | 100     | STZ      | 0,88              | 0,88                 | 7                | 8                  |
| 101012RR02   | 100     | STZ      | 1,01              | 1,01                 | 8                | 9                  |
| 101012RR03   | 100     | STZ      | 1,13              | 1,13                 | 9                | 10                 |
|              |         |          |                   | 33,58                | <b>Summe:</b>    | <b>310</b>         |

#### 2) Inspektion ggf. mittels Einsatz innovativer Inspektionstechnik

| Leitungs-Nr.            | DN [mm] | Material | Leitungslänge [m] | Inspektionslänge [m] | Netto-Kosten [€] | Brutto-Kosten* [€] |
|-------------------------|---------|----------|-------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| 100013RR01 <sup>1</sup> | 150     | B        | 12,56             | 12,56                | 98               | 116                |
| 100027RR01 <sup>1</sup> | 150     | B        | 19,27             | 19,27                | 150              | 178                |
| 100103RR01 <sup>1</sup> | 150     | PVC      | 1,95              | 1,95                 | 15               | 18                 |
| 100103RR02 <sup>1</sup> | 150     | PVC      | 1,97              | 1,97                 | 15               | 18                 |
| 100103RR03 <sup>1</sup> | 150     | PVC      | 1,98              | 1,98                 | 15               | 18                 |
| 100105RR01 <sup>1</sup> | 150     | B        | 1,99              | 1,99                 | 15               | 18                 |
| 100105RR02 <sup>1</sup> | 150     | B        | 1,94              | 1,94                 | 15               | 18                 |
| 100105RR03 <sup>1</sup> | 150     | B        | 2,00              | 2,00                 | 16               | 18                 |
| 101003RR02 <sup>1</sup> | 150     | PVC      | 5,28              | 5,28                 | 41               | 49                 |
| 101005SE01 <sup>1</sup> | 150     | PVC      | 1,33              | 1,33                 | 10               | 12                 |
| 101011RR01 <sup>1</sup> | 150     | STZ      | 16,00             | 16,00                | 124              | 148                |
| 101011RR03 <sup>1</sup> | 150     | STZ      | 2,38              | 2,38                 | 18               | 22                 |
| 101011RR04 <sup>1</sup> | 150     | STZ      | 2,17              | 2,17                 | 17               | 20                 |
| 101011RR05 <sup>1</sup> | 150     | STZ      | 2,29              | 2,29                 | 18               | 21                 |
| 101011RR06 <sup>1</sup> | 150     | STZ      | 56,60             | 56,60                | 440              | 523                |
|                         |         |          |                   | 129,71               | <b>Summe:</b>    | <b>1.199</b>       |

**Reinigung/Inspektion SW-Leitungen:**

**1) Inspektion ggf. mittels Einsatz innovativer Inspektionstechnik**

| Leitungs<br>-Nr.        | DN<br>[mm] | Material | Leitungs-<br>länge [m] | Inspektions-<br>länge [m] | Netto-<br>Kosten [€] | Brutto-<br>Kosten* [€] |
|-------------------------|------------|----------|------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|
| 200014SE01 <sup>1</sup> | 150        | PVC      | 10,87                  | 10,87                     | 84                   | 101                    |
| 200016GA01 <sup>1</sup> | 150        | PVC      | 2,17                   | 2,17                      | 17                   | 20                     |
| 200016GA02 <sup>1</sup> | 150        | PVC      | 3,96                   | 3,96                      | 31                   | 37                     |
| 201204GA01 <sup>1</sup> | 150        | STZ      | 14,73                  | 14,73                     | 114                  | 136                    |
| <b>Summe:</b>           |            |          |                        |                           |                      | <b>293</b>             |

**Brutto-Summe zusätzliche Reinigung/Inspektion von Anschlussleitungen:** **1.803**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

### Grobe Schätzung des Sanierungsbedarfs der bisher nicht untersuchten Leitungen

Bei der zusätzlichen Inspektion der Anschlussleitungen kann ggf. weiterer Sanierungsbedarf festgestellt werden. Die Kosten, die sich konkret erst durch die Untersuchung ergeben, können vorab auf der Grundlage der Erfahrungswerte für die bereits untersuchten Leitungsbereiche abgeschätzt werden. Dabei wird für die bei der Inspektion des LAK Teil A nicht zugänglichen Leitungen ein erhöhtes Schadenspotenzial berücksichtigt.

- Maßnahmenverteilung der bisher untersuchten Abschnitte:

RW-Leitungen: 15 Reparaturmaßnahmen auf 226 m

SW-Leitungen: 0 Reparaturmaßnahmen

- angenommene Maßnahmenverteilung für die bisher nicht untersuchten Abschnitte:

RW-Leitungen: 11 Reparaturmaßnahmen auf 170 m

SW-Leitungen: 2 Reparaturmaßnahmen auf 33 m

| Sanierungsbedarf        | Länge [m] | geschätzte<br>Anzahl der<br>Maßnahmen<br>[Stck] | E-Preis<br>[€/Stck] | Netto-<br>Kosten [€] | Brutto-<br>Kosten * [€] |
|-------------------------|-----------|---|---------------------|----------------------|-------------------------|
| Regenwasser-Leitungen   | 170       | 11  | 333                 | 3.663                | 4.359                   |
| Schmutzwasser-Leitungen | 33        | 2   | 333                 | 666                  | 793                     |

**Brutto-Summe zusätzliche Sanierung von Leitungen:                      5.152**

\* Brutto-Kosten enthalten 19 % Mehrwertsteuer

### Grundlagen für den Kostenvergleich

|  | Einheit                   | Einheits-Preis [€] | Kosten [€] |                       |
|--|---------------------------|--------------------|------------|-----------------------|
|  |                           |                    | netto      | brutto                |
| <b><u>Variante 1 (Anschluss RRB)</u></b>       |                           |                    |            |                       |
| Neubau Fertigteilschächte Beton im Grünbereich | 2 Stk                     | 1.665              | 3.330      | 3.963                 |
| Neubau Haltungen Beton, DN 250 im Grünbereich  | 153 m                     | 278                | 42.534     | 50.615                |
| Neubau Regenrückhaltebecken                    | 315 m³                    | 167                | 52.605     | 62.600                |
| <b><u>Summe brutto</u></b>                     |                           |                    |            | <b><u>117.178</u></b> |
| <b><u>Variante 2 (Versickerung)</u></b>        |                           |                    |            |                       |
| Neubau Versickerungsmulde                      | 2.500 m² A <sub>red</sub> | 8,3                | 20.750     | 24.693                |
| Neubau Regenrückhaltebecken                    | 250 m³                    | 167                | 41.750     | 49.683                |
| Rückbau Haltungen                              | 34 m                      | 33                 | 1.122      | 1.335                 |
| Rückbau Leitungen                              | 163 m                     | 22                 | 3.586      | 4.267                 |
| Rückbau Schächte                               | 3 Stk                     | 111                | 333        | 396                   |
| <b><u>Summe brutto</u></b>                     |                           |                    |            | <b><u>80.374</u></b>  |



### Kostenvergleich: Berechnung der Projektkostenbarwerte

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Liegenschaft (LNr.):          | <u>Autobahn- und Fernmeldemeisterei (100000)</u> |
| Bauamt:                       | <u>Auftraggeber</u>                              |
| Technische Aufsichtsbehörde:  | <u>Wasserbehörde</u>                             |
| Hausverwaltende Dienststelle: | <u>Straßenbauamt</u>                             |
| Aufstellung LAK durch:        | <u>Auftragnehmer</u>                             |
| Datum:                        | <u>06.02.2009</u>                                |

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| Kalkulationszinssatz [%]: | <u>3</u>  |
| Untersuchungszeitraum [a] | <u>60</u> |

#### **VARIANTE 1** Anschluss Fernmeldebereich an RRB

| Maßnahme                        | Zeitpunkt bzw. Zeitraum [a] | Kosten [€] | Barwert [€] |
|---------------------------------|-----------------------------|------------|-------------|
| Investition Neubau Kanal u. RRB | 0                           | 117.178    | 117.178     |
| Investition Neubau RRB          | 60                          | 62.600     | 10.625      |
| Laufende Kosten (Unterhaltung)  | 60                          | 115        | 3.183       |

**Projektkostenbarwert: 130.986**

#### **VARIANTE 2** Versickerung Fernmeldebereich

| Maßnahme  | Zeitpunkt bzw. Zeitraum [a] | Kosten [€] | Barwert [€] |
|---|-----------------------------|------------|-------------|
| Investition Neubau RRB/Mulden und Rückbau Kanalnetz | 0                           | 80.374     | 80.374      |
| Investition Neubau Mulden                           | 30                          | 24.693     | 10.173      |
| Investition Neubau RRB/Mulden                       | 60                          | 74.375     | 12.624      |
| Laufende Kosten (Unterhaltung)                      | 60                          | 280        | 7.749       |

**Projektkostenbarwert: 110.920**

### Hydraulische Nachrechnung für

- den fortgeschriebenen Bestand und
- Untersuchungsvariante 1 (Anschluss Fernmeldebereich/Kabellager)

Die Hydraulische Nachrechnung des gegenüber dem LAK Teil A fortgeschriebenen Bestandes wurde für das Entwässerungssystem (RW-Kanal) unter Berücksichtigung der neuen Anschlusssituation im Bereich der Streugutlagerhalle durchgeführt. Die Dachfläche der Geräte- und Kabelhalle, die an die Sole-Recycling-Anlage angeschlossen ist, wurde für die hydraulische Berechnung an die Haltung 100020 angeschlossen. Zusätzlich wurde bei der Berechnung der mögliche Anschluss des Fernmeldebereiches (Untersuchungsvariante 1) an das zentrale Regenrückhaltebecken (RRB) berücksichtigt.

Als Belastung wurde ein Modellregen nach EULER (Typ 2) mit einer Häufigkeit von  $n = 0,2/a$  und einer Dauer von 20 Minuten verwendet. Als Grundlage dienten die KOSTRA- Daten, die auch für die Hydraulik des Ist-Zustandes im LAK Teil A verwendet wurden. Die Berechnung ergibt folgende Überstausituationen:

**Tabelle 1 Überstausituation (Fortschreibung Bestand und Variante 1)**

| Haltung       | Überstauwassermenge<br>[m <sup>3</sup> ] | Überstaudauer<br>[min] |
|---------------|--|------------------------|
| 100022        | 1,076                                    | 3,94                   |
| 100023        | 0,046                                    | 0,62                   |
| <b>100025</b> | <b>3,528</b>                             | <b>6,03</b>            |

Bei der Nachrechnung weist die Haltung / der Schacht 100025 für die fünfjährliche Belastung mit dem Modellregen einen Überstau auf, der eine rechnerische Wassermenge von rd. 3,5 m<sup>3</sup> hat. Diese Menge ist unkritisch, da im Hofbereich vor der neu gebauten, großen Kfz-Halle aufgrund der örtlichen Gefällesituation bei dieser Wassermenge nicht mit Schädigungen zu rechnen ist und die Nutzung der Fläche durch den Wasseraustritt nicht eingeschränkt wird.

Kommentar: Weitere Hinweise zu Überflutungsnachweisen sind in den Arbeitshilfen Abwasser (Anh. 4.3.1 sowie Kap. 3.1.2 Abs. 13) enthalten.

Die übrigen in der Tabelle 1 aufgeführten Überstauwassermengen sind geringfügig und können im Sinne der [EN 752] zu keinem signifikanten Schaden oder zu einer Beeinträchtigung der Nutzung führen.

### Ergebnisse

- Für den veränderten Bestand besteht im Regenwassernetz der Liegenschaft kein hydraulisch bedingter Sanierungsbedarf.
- Die Untersuchungsvariante 1 (Anschluss Fernmeldebereich an RRB) ist hydraulisch realisierbar.

**HYSTEM-EXTRAN****Stammdaten Haltungen 1**

| Nr. | Haltung | Schacht oben | Schacht unten | Teil-einzugs-gebiete | Geländehöhe |       | Sohlhöhe |       | Länge | Ge-fälle | Haltungsfläche |      | Neig. kl. | Zuflüsse |        |
|-----|---------|--------------|---------------|----------------------|-------------|-------|----------|-------|-------|----------|----------------|------|-----------|----------|--------|
|     |         |              |               |                      | oben        | unten | oben     | unten |       |          | ges.           | und. |           | ges.     | konst. |
|     |         |              |               |                      | mNN         | mNN   | mNN      | mNN   | m     | ‰        | ha             | ha   |           | l/s      | l/s    |
| 1   | 100002n | 100002n      | 100001n       | 1                    | 15,25       | 14,82 | 13,20    | 13,15 | 25,02 | 2,00     | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 2   | 100008n | 100008       | 101001        |                      | 16,12       | 15,69 | 13,99    | 13,25 | 21,69 | 34,12    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 3   | 100009  | 100009       | 100008        |                      | 16,19       | 16,12 | 14,07    | 13,99 | 18,15 | 4,41     | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 4   | 100013  | 100013       | 100009        |                      | 16,33       | 16,19 | 14,22    | 14,07 | 34,33 | 4,37     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 5   | 100015  | 100015       | 100013        |                      | 16,67       | 16,33 | 14,37    | 14,23 | 32,06 | 4,37     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 6   | 100017  | 100017       | 100015        | 1                    | 15,95       | 16,67 | 14,47    | 14,37 | 16,70 | 5,99     | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 7   | 100019  | 100019       | 100017        |                      | 15,95       | 15,95 | 14,50    | 14,47 | 7,64  | 3,93     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 8   | 100020  | 100020       | 100019        |                      | 15,92       | 15,95 | 14,53    | 14,50 | 9,11  | 3,29     | 0,06           | 0,06 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 9   | 100021  | 100021       | 100020        |                      | 15,90       | 15,92 | 14,58    | 14,53 | 22,04 | 2,27     | 0,02           | 0,02 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 10  | 100022  | 100022       | 100021        |                      | 15,86       | 15,90 | 14,77    | 14,58 | 11,19 | 16,98    | 0,05           | 0,05 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 11  | 100023  | 100023       | 100022        |                      | 15,89       | 15,86 | 14,64    | 14,77 | 12,76 | -10,19   | 0,06           | 0,06 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 12  | 100024  | 100024       | 100025        |                      | 15,95       | 15,89 | 14,25    | 14,70 | 21,21 | -21,22   | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 13  | 100025  | 100025       | 100023        |                      | 15,89       | 15,89 | 14,70    | 14,64 | 21,15 | 2,84     | 0,08           | 0,08 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 14  | 100027  | 100027       | 100025        |                      | 16,04       | 15,89 | 14,80    | 14,70 | 20,67 | 4,84     | 0,06           | 0,05 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 15  | 100029  | 100029       | 100027        |                      | 16,34       | 16,04 | 14,95    | 14,80 | 20,38 | 7,36     | 0,02           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 16  | 100101  | 100101       | 100009        |                      | 15,80       | 16,19 | 14,16    | 14,12 | 24,00 | 1,67     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 17  | 100103  | 100103       | 100101        |                      | 15,89       | 15,80 | 14,31    | 14,20 | 24,18 | 4,55     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 18  | 100105  | 100105       | 100103        |                      | 15,90       | 15,89 | 14,44    | 14,32 | 21,67 | 5,54     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 19  | 100107  | 100107       | 100105        |                      | 15,86       | 15,90 | 14,60    | 14,48 | 35,31 | 3,40     | 0,19           | 0,15 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 20  | 100201  | 100201       | 100021        |                      | 15,87       | 15,90 | 14,70    | 14,58 | 4,85  | 24,74    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 21  | 101001n | 101001       | 100002n       | 1                    | 15,69       | 15,25 | 13,25    | 13,20 | 27,69 | 1,81     | 0,01           | 0,01 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 22  | 101003  | 101003       | 101001        |                      | 15,97       | 15,69 | 13,36    | 13,28 | 15,38 | 5,20     | 0,05           | 0,03 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 23  | 101005  | 101005       | 101003        |                      | 15,90       | 15,97 | 13,56    | 13,38 | 14,73 | 12,22    | 0,16           | 0,13 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 24  | 101007  | 101007       | 101007F       |                      | 15,74       | 15,74 | 13,94    | 13,85 | 3,07  | 29,32    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 25  | 101011  | 101011       | 101005        |                      | 15,82       | 15,90 | 15,02    | 13,56 | 39,05 | 37,39    | 0,31           | 0,26 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 26  | 110001  | 110001       | 110002        |                      | 17,94       | 18,03 | 16,59    | 16,40 | 39,07 | 4,86     | 0,12           | 0,10 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 27  | 110002n | 110002       | 110003n       |                      | 18,03       | 18,00 | 16,39    | 16,30 | 13,61 | 6,61     | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 28  | 110003n | 110003n      | 110004n       |                      | 18,00       | 17,00 | 16,30    | 15,30 | 55,48 | 18,02    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 29  | 110004n | 110004n      | 100015        |                      | 17,00       | 16,67 | 15,30    | 14,37 | 44,17 | 21,06    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 30  | 120001n | 120001       | 110003n       |                      | 18,44       | 18,00 | 17,46    | 16,30 | 38,55 | 30,09    | 0,13           | 0,12 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 31  | 90130   | 90130        | 100019        |                      | 15,93       | 15,95 | 14,78    | 14,50 | 10,23 | 27,37    | 0,03           | 0,03 | 1         | 0,00     | 0,00   |
| 32  | Aus-RRB | Aus-RRB      | Auslass       |                      | 15,25       | 15,25 | 13,15    | 13,00 | 5,14  | 29,18    | 0,00           | 0,00 | 1         | 0,00     | 0,00   |

**HYSTEM-EXTRAN****Stammdaten Haltungen 2**

| Nr. | Haltung | Profil |      |        | 1. Trapez      |                | Rau-<br>heit | 2. Trapez |      |                |                 |              | Profil      |               | Quer-<br>schnitt | Q<br>voll | V<br>voll |
|-----|---------|--------|------|--------|----------------|----------------|--------------|-----------|------|----------------|-----------------|--------------|-------------|---------------|------------------|-----------|-----------|
|     |         | Typ    | Höhe | Breite | Neig.<br>links | Neig.<br>recht |              | Breite    | Höhe | Neig.<br>links | Neig.<br>rechts | Rau-<br>heit | Höhe<br>max | Breite<br>max |                  |           |           |
|     |         |        | mm   | mm     | m/m            | m/m            | mm           | mm        | mm   | m/m            | m/m             | mm           | mm          | mm            | m²               | m³/s      | m/s       |
| 1   | 100002n | 1      | 500  | 500    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 500         | 500           | 0,196            | 0,169     | 0,86      |
| 2   | 100008n | 1      | 300  | 300    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 300         | 300           | 0,071            | 0,181     | 2,57      |
| 3   | 100009  | 1      | 300  | 300    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 300         | 300           | 0,071            | 0,065     | 0,92      |
| 4   | 100013  | 1      | 250  | 250    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 250         | 250           | 0,049            | 0,040     | 0,81      |
| 5   | 100015  | 1      | 250  | 250    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 250         | 250           | 0,049            | 0,040     | 0,81      |
| 6   | 100017  | 1      | 300  | 300    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 300         | 300           | 0,071            | 0,076     | 1,07      |
| 7   | 100019  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,021     | 0,66      |
| 8   | 100020  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,019     | 0,61      |
| 9   | 100021  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,016     | 0,50      |
| 10  | 100022  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,043     | 1,38      |
| 11  | 100023  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,034     | 1,07      |
| 12  | 100024  | 1      | 150  | 150    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 150         | 150           | 0,018            | 0,023     | 1,28      |
| 13  | 100025  | 1      | 150  | 150    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 150         | 150           | 0,018            | 0,008     | 0,46      |
| 14  | 100027  | 1      | 150  | 150    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 150         | 150           | 0,018            | 0,011     | 0,61      |
| 15  | 100029  | 1      | 150  | 150    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 150         | 150           | 0,018            | 0,013     | 0,75      |
| 16  | 100101  | 1      | 250  | 250    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 250         | 250           | 0,049            | 0,024     | 0,50      |
| 17  | 100103  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,022     | 0,71      |
| 18  | 100105  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,025     | 0,79      |
| 19  | 100107  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,019     | 0,62      |
| 20  | 100201  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,053     | 1,67      |
| 21  | 101001n | 1      | 500  | 500    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 500         | 500           | 0,196            | 0,160     | 0,82      |
| 22  | 101003  | 1      | 250  | 250    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 250         | 250           | 0,049            | 0,043     | 0,88      |
| 23  | 101005  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,037     | 1,17      |
| 24  | 101007  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,057     | 1,82      |
| 25  | 101011  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,065     | 2,06      |
| 26  | 110001  | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,023     | 0,74      |
| 27  | 110002n | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,027     | 0,86      |
| 28  | 110003n | 1      | 300  | 300    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 300         | 300           | 0,071            | 0,132     | 1,86      |
| 29  | 110004n | 1      | 300  | 300    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 300         | 300           | 0,071            | 0,142     | 2,01      |
| 30  | 120001n | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,058     | 1,84      |
| 31  | 90130   | 1      | 200  | 200    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 200         | 200           | 0,031            | 0,055     | 1,76      |
| 32  | Aus-RRB | 1      | 500  | 500    |                |                | 1,50         |           |      |                |                 |              | 500         | 500           | 0,196            | 0,648     | 3,30      |

**HYSTEM-EXTRAN****Hystem Parameter**

| <b>Bezeichnung des Parametersatzes:</b>     |         | <b>Hystem T = 5a</b>   |
|---|---------|--|
| <b>Rechenlaufgrößen</b>                     |         |  |
| Erläuterung des Rechenlaufs:                |         | normale Werkstatt- und Technikbereich n = 0,2/a<br>Sanierungszustand |
| Kanalnetzdatei:                             |         | Beisp-neu  |
| Ausgabedatei von HYSTEM:                    |         | Beispiel.hys   |
| Wellendatei:                                |         | Beispiel.wel   |
| Regenschreiber:                             |         |  |
| ID:   | Kürzel: | Regendatei:  |
| 0   |         | Modellregen-T-5.dat  |
| Regenzeitraum (gewählt):                    |         | 09.07.2002 00:00:00 bis 09.07.2002 02:00:00                          |
| Regenzeitraum (gewählt):                    |         | Einzelereignis   |
| Abflussbildung undurchlässige Flächen:      |         | Grenzwertmethode   |
| Abflussbildung durchlässige Flächen:        |         | Ansatz von Neumann   |
| Abflusskonzentration:                       |         | Standardeinheitganglinie   |
| Oberflächenzufluss zum oberen Schacht:      | 50,00   | %  |
| zum unteren Schacht:                        | 50,00   | %  |
| Standardparameter:                          |         | wurden bearbeitet  |
| <b>Parameter für undurchlässige Flächen</b> |         |  |
| Abflussbildung                              |         |  |
| Benetzungsverluste:                         | 0,70    | mm   |
| Muldenverluste:                             | 1,80    | mm   |
| Abflusswirksame Flächen                     |         |  |
| Anteil zu Beginn der Muldenauffüllphase     | 25,00   | %  |
| Anteil am Ende der Muldenauffüllphase:      | 100,00  | %  |
| Dauerverluste:                              | 0,00    | %  |
| Abflusskonzentration                        |         |  |
| Fließzeitparameter:                         | 11,00   | min  |
| <b>Parameter für durchlässige Flächen</b>   |         |  |
| Abflussbildung                              |         |  |
| Anteil der abflusswirksamen Flächen:        | 50,00   | %  |
| Muldenverluste:                             | 5,00    | mm   |
| Versickerungsansatz nach NEUMANN            |         |  |
| Bodenklasse:                                | 4       |  |
| Sättigungswassergehalt:                     | 23,00   | mm   |
| Anfangswassergehalt:                        | 10,00   | mm   |
| relativer Anfangswassergehalt:              | 43,48   | %  |
| Abflusskonzentration                        |         |  |
| Fließzeitparameter:                         | 2,30    |  |

**HYSTEM-EXTRAN****Extran Parameter**

| Bezeichnung des Parametersatzes:  |            | T = 5a                          |     |
|---|------------|---------------------------------|-----|
| <b>Rechenlaufgrößen</b>   |            |                                 |     |
| Kopftext:   |            | Modellregen EULER Typ 2, T = 5a |     |
| Erläuterung des Rechenlaufs:  |            | Basis: Kostra-Atlas             |     |
| Kanalnetzdatei:   |            | Beisp-neu.net                   |     |
| 1. Wellendatei:   |            | Beisp-T-5neu.wel                |     |
| 2. Wellendatei:   |            |                                 |     |
| Trockenwettereingabedatei:  |            |                                 |     |
| Trockenwetterausgabedatei:  |            | Beisp.dry                       |     |
| Ausgabedatei von EXTRAN:  |            | Beisp-T-5neu.ext                |     |
| Ausgabedatei, Datencheck (VOR):   |            | Beisp-T-5neu.vor                |     |
| Datei für die laufende Ausgabe:   |            | Beisp_ext-T-5neu.lau            |     |
| Datei für die CSV-Ausgabe:  |            | Beisp_ext-5neu.csv              |     |
| Datei für die ISYBAU-Ausgabe:   |            | Beisp-T-5neu.ey                 |     |
| Datei für die Teilnetzausgabe:  |            | Beisp-neu.tei                   |     |
| Sonderprofildatei:  |            |                                 |     |
| Ausgabe in alphabetischer Reihenfolge                                   |            |                                 |     |
| Rauigkeitsansatz:   |            | Prandtl-Colebrook               |     |
| Konst. Zuflüsse berücksichtigen:  |            | Ja                              |     |
| Zufluss zum oberen Schacht:   | 50,00      | %                               |     |
| zum unteren Schacht:  | 50,00      | %                               |     |
| <b>Simulation</b>   |            |                                 |     |
| Simulationsanfang:  | 09.07.2002 | 00:00:00                        | Uhr |
| Simulationsende:  | 09.07.2002 | 02:00:00                        | Uhr |
| Simulationszeitschritt:   | 0,00       | automatisch gewählt             |     |
| Mindesthaltungslänge:   | 0,00       | wurde nicht angesetzt           |     |
| <b>Trockenwetterberechnung:</b>   |            |                                 |     |
| Maximale Iterationszahl:  | 0          |                                 |     |
| Maximaler Volumenfehler:  | 0,01       | l/s                             |     |
| Trockenwetterzeitschritt:   |            | variabel                        |     |
| <b>Einstau/Überstau:</b>  |            |                                 |     |
| nach Preissmann (keine Iteration)                                       |            |                                 |     |
| Maximale Anzahl der Einstauiterationen:                                 | 0          |                                 |     |
| Maximaler Volumenfehler:  | 0,05       |                                 |     |
| Wasserrückführung bei Überstau:   |            | Ja                              |     |
| Schachtoberfläche für den Einstau:                                      | 0,00       | automatisch berechnen           |     |
| Ergebnisausgabe:  |            |                                 |     |
| in Datei im CSV-Format (benutzerdef. Datei)                             |            |                                 |     |
| Beginn der Ganglinienausgabe:   | 09.07.2002 | 00:00:00                        | Uhr |
| Zeitschritt für die Ganglinienausgabe                                   | 60,00      | sec                             |     |
| Beginn der laufenden Ausgabe:   | 09.07.2002 | 00:00:00                        | Uhr |
| Es wird entsprechend der Ganglinien- und Printerplotausgabe ausgegeben. |            |                                 |     |
| Teilnetzausgabe:  |            | Nein                            |     |

# HYSTEM-EXTRAN

## Maximalwerte Haltungen 1

Aktueller Rechenlauf: Modellregen EULER Typ 2, T = 5a Basis: Kostra-Atlas

| Nr. | Haltung | Schacht oben | Schacht unten | Profil-<br>höhe | Q              | V    | Q      | V     | Wasserstand oben |            | Wasserstand unten |            | Wassertiefe unter Gelände |       | Auslastung Wasserstand |       |
|-----|---------|--------------|---------------|-----------------|----------------|------|--------|-------|------------------|------------|-------------------|------------|---------------------------|-------|------------------------|-------|
|     |         |              |               |                 | voll stationär |      | max    |       | abs.             | über Sohle | abs.              | über Sohle | oben                      | unten | oben                   | unten |
|     |         |              |               | mm              | m³/s           | m/s  | m³/s   | m/s   | mNN              | m          | mNN               | m          | m                         | m     |                        |       |
| 1   | 100002n | 100002n      | 100001n       | 500             | 0,169          | 0,86 | 0,177  | 1,28  | 13,94            | 0,74       | 13,93             | 0,78       | 1,31                      | 0,89  |                        |       |
| 2   | 100008n | 100008       | 101001        | 300             | 0,181          | 2,57 | 0,107  | 1,70  | 14,16            | 0,17       | 13,94             | 0,69       | 1,96                      | 1,75  | 0,55                   |       |
| 3   | 100009  | 100009       | 100008        | 300             | 0,065          | 0,92 | 0,107  | 1,69  | 14,56            | 0,49       | 14,16             | 0,17       | 1,63                      | 1,96  |                        | 0,55  |
| 4   | 100013  | 100013       | 100009        | 250             | 0,040          | 0,81 | 0,076  | 1,54  | 15,08            | 0,86       | 14,56             | 0,49       | 1,25                      | 1,63  |                        |       |
| 5   | 100015  | 100015       | 100013        | 250             | 0,040          | 0,81 | 0,075  | 1,52  | 15,57            | 1,20       | 15,08             | 0,85       | 1,10                      | 1,25  |                        |       |
| 6   | 100017  | 100017       | 100015        | 300             | 0,076          | 1,07 | 0,046  | 0,89  | 15,59            | 1,12       | 15,57             | 1,20       | 0,36                      | 1,10  |                        |       |
| 7   | 100019  | 100019       | 100017        | 200             | 0,021          | 0,66 | 0,047  | 1,49  | 15,68            | 1,18       | 15,59             | 1,12       | 0,27                      | 0,36  |                        |       |
| 8   | 100020  | 100020       | 100019        | 200             | 0,019          | 0,61 | 0,037  | 1,19  | 15,74            | 1,21       | 15,68             | 1,18       | 0,18                      | 0,27  |                        |       |
| 9   | 100021  | 100021       | 100020        | 200             | 0,016          | 0,50 | 0,033  | 1,05  | 15,84            | 1,26       | 15,74             | 1,21       | 0,06                      | 0,18  |                        |       |
| 10  | 100022  | 100022       | 100021        | 200             | 0,043          | 1,38 | 0,029  | 0,93  | 15,86            | 1,09       | 15,84             | 1,26       | 0,00                      | 0,06  |                        |       |
| 11  | 100023  | 100023       | 100022        | 200             | 0,034          | 1,07 | 0,022  | 0,71  | 15,89            | 1,25       | 15,86             | 1,09       | 0,00                      | 0,00  |                        |       |
| 12  | 100024  | 100024       | 100025        | 150             | 0,023          | 1,28 | -0,005 | -0,52 | 15,93            | 1,68       | 15,89             | 1,19       | 0,02                      | 0,00  |                        |       |
| 13  | 100025  | 100025       | 100023        | 150             | 0,008          | 0,46 | 0,012  | 0,66  | 15,89            | 1,19       | 15,89             | 1,25       | 0,00                      | 0,00  |                        |       |
| 14  | 100027  | 100027       | 100025        | 150             | 0,011          | 0,61 | 0,008  | 0,43  | 15,98            | 1,18       | 15,89             | 1,19       | 0,06                      | 0,00  |                        |       |
| 15  | 100029  | 100029       | 100027        | 150             | 0,013          | 0,75 | -0,004 | -0,27 | 15,99            | 1,04       | 15,98             | 1,18       | 0,35                      | 0,06  |                        |       |
| 16  | 100101  | 100101       | 100009        | 250             | 0,024          | 0,50 | 0,034  | 0,69  | 14,63            | 0,47       | 14,56             | 0,44       | 1,17                      | 1,63  |                        |       |
| 17  | 100103  | 100103       | 100101        | 200             | 0,022          | 0,71 | 0,033  | 1,04  | 14,87            | 0,56       | 14,63             | 0,43       | 1,02                      | 1,17  |                        |       |
| 18  | 100105  | 100105       | 100103        | 200             | 0,025          | 0,79 | 0,031  | 0,99  | 15,06            | 0,62       | 14,87             | 0,55       | 0,84                      | 1,02  |                        |       |
| 19  | 100107  | 100107       | 100105        | 200             | 0,019          | 0,62 | 0,016  | 0,62  | 15,13            | 0,53       | 15,06             | 0,58       | 0,73                      | 0,84  |                        |       |
| 20  | 100201  | 100201       | 100021        | 200             | 0,053          | 1,67 | -0,005 | 0,16  | 15,86            | 1,16       | 15,84             | 1,26       | 0,01                      | 0,06  |                        |       |
| 21  | 101001n | 101001       | 100002n       | 500             | 0,160          | 0,82 | 0,180  | 1,08  | 13,94            | 0,69       | 13,94             | 0,74       | 1,75                      | 1,31  |                        |       |
| 22  | 101003  | 101003       | 101001        | 250             | 0,043          | 0,88 | 0,069  | 1,40  | 13,96            | 0,60       | 13,94             | 0,66       | 2,01                      | 1,75  |                        |       |
| 23  | 101005  | 101005       | 101003        | 200             | 0,037          | 1,17 | 0,056  | 1,78  | 14,28            | 0,72       | 13,96             | 0,58       | 1,62                      | 2,01  |                        |       |
| 24  | 101007  | 101007       | 101007F       | 200             | 0,057          | 1,82 | 0,000  | 0,00  | 13,94            | 0,00       | 13,85             | 0,00       | 1,80                      | 1,89  | 0,00                   | 0,00  |
| 25  | 101011  | 101011       | 101005        | 200             | 0,065          | 2,06 | 0,023  | 0,88  | 15,10            | 0,08       | 14,28             | 0,72       | 0,72                      | 1,62  | 0,42                   |       |
| 26  | 110001  | 110001       | 110002        | 200             | 0,023          | 0,74 | 0,011  | 0,61  | 16,69            | 0,10       | 16,54             | 0,14       | 1,25                      | 1,49  | 0,49                   | 0,69  |
| 27  | 110002n | 110002       | 110003n       | 200             | 0,027          | 0,86 | 0,022  | 0,96  | 16,54            | 0,15       | 16,43             | 0,13       | 1,49                      | 1,57  | 0,74                   | 0,67  |
| 28  | 110003n | 110003n      | 110004n       | 300             | 0,132          | 1,86 | 0,052  | 1,69  | 16,43            | 0,13       | 15,63             | 0,33       | 1,57                      | 1,37  | 0,45                   |       |
| 29  | 110004n | 110004n      | 100015        | 300             | 0,142          | 2,01 | 0,043  | 0,91  | 15,63            | 0,33       | 15,57             | 1,20       | 1,37                      | 1,10  |                        |       |
| 30  | 120001n | 120001       | 110003n       | 200             | 0,058          | 1,84 | 0,013  | 0,86  | 17,52            | 0,06       | 16,43             | 0,13       | 0,92                      | 1,57  | 0,32                   | 0,67  |
| 31  | 90130   | 90130        | 100019        | 200             | 0,055          | 1,76 | -0,015 | -0,49 | 15,68            | 0,90       | 15,68             | 1,18       | 0,25                      | 0,27  |                        |       |
| 32  | Aus-RRB | Aus-RRB      | Auslass       | 500             | 0,648          | 3,30 | 0,002  | 0,70  | 13,17            | 0,02       | 13,02             | 0,02       | 2,08                      | 2,23  | 0,03                   | 0,04  |

**HYSTEM-EXTRAN****Maximalwerte Haltungen 2**

Aktueller Rechenlauf: Modellregen EULER Typ 2, T = 5a Basis: Kostra-Atlas

| Nr. | Haltung | Schacht oben | Schacht unten | Q max  | Datum/Uhrzeit        | V max | Datum/Uhrzeit        | H max oben | Datum/Uhrzeit        | H max unten | Datum/Uhrzeit        |
|-----|---------|--------------|---------------|--------|----------------------|-------|----------------------|------------|----------------------|-------------|----------------------|
|     |         |              |               | m³/s   | DD.MM.YY<br>HH:MM:SS | m/s   | DD.MM.YY<br>HH:MM:SS | mNN        | DD.MM.YY<br>HH:MM:SS | mNN         | DD.MM.YY<br>HH:MM:SS |
| 1   | 100009  | 100009       | 100008        | 0,107  | 09.07.2002 00:10:43  | 1,69  | 09.07.2002 00:10:43  | 14,56      | 09.07.2002 00:10:37  | 14,16       | 09.07.2002 00:10:47  |
| 2   | 100013  | 100013       | 100009        | 0,076  | 09.07.2002 00:12:13  | 1,54  | 09.07.2002 00:12:14  | 15,08      | 09.07.2002 00:11:54  | 14,56       | 09.07.2002 00:10:37  |
| 3   | 100015  | 100015       | 100013        | 0,075  | 09.07.2002 00:11:57  | 1,52  | 09.07.2002 00:11:57  | 15,57      | 09.07.2002 00:11:53  | 15,08       | 09.07.2002 00:11:54  |
| 4   | 100017  | 100017       | 100015        | 0,046  | 09.07.2002 00:09:34  | 0,89  | 09.07.2002 00:07:17  | 15,59      | 09.07.2002 00:11:53  | 15,57       | 09.07.2002 00:11:53  |
| 5   | 100023  | 100023       | 100022        | 0,022  | 09.07.2002 00:08:23  | 0,71  | 09.07.2002 00:08:23  | 15,89      | 09.07.2002 00:09:14  | 15,86       | 09.07.2002 00:09:14  |
| 6   | 100024  | 100024       | 100025        | -0,005 | 09.07.2002 00:04:55  | -0,52 | 09.07.2002 00:01:48  | 15,93      | 09.07.2002 00:09:17  | 15,89       | 09.07.2002 00:09:10  |
| 7   | 100025  | 100025       | 100023        | 0,012  | 09.07.2002 00:08:28  | 0,66  | 09.07.2002 00:08:28  | 15,89      | 09.07.2002 00:09:10  | 15,89       | 09.07.2002 00:09:14  |
| 8   | 100027  | 100027       | 100025        | 0,008  | 09.07.2002 00:09:30  | 0,43  | 09.07.2002 00:09:31  | 15,98      | 09.07.2002 00:09:21  | 15,89       | 09.07.2002 00:09:10  |
| 9   | 100029  | 100029       | 100027        | -0,004 | 09.07.2002 00:07:05  | -0,27 | 09.07.2002 00:07:05  | 15,99      | 09.07.2002 00:09:25  | 15,98       | 09.07.2002 00:09:21  |
| 10  | 100101  | 100101       | 100009        | 0,034  | 09.07.2002 00:10:10  | 0,69  | 09.07.2002 00:10:11  | 14,63      | 09.07.2002 00:09:39  | 14,56       | 09.07.2002 00:10:37  |
| 11  | 100103  | 100103       | 100101        | 0,033  | 09.07.2002 00:10:13  | 1,04  | 09.07.2002 00:10:13  | 14,87      | 09.07.2002 00:10:07  | 14,63       | 09.07.2002 00:09:39  |
| 12  | 100105  | 100105       | 100103        | 0,031  | 09.07.2002 00:10:11  | 0,99  | 09.07.2002 00:10:12  | 15,06      | 09.07.2002 00:10:06  | 14,87       | 09.07.2002 00:10:07  |
| 13  | 100107  | 100107       | 100105        | 0,016  | 09.07.2002 00:09:16  | 0,62  | 09.07.2002 00:07:23  | 15,13      | 09.07.2002 00:10:07  | 15,06       | 09.07.2002 00:10:06  |
| 14  | 100201  | 100201       | 100021        | -0,005 | 09.07.2002 00:06:54  | 0,16  | 09.07.2002 00:23:14  | 15,86      | 09.07.2002 00:09:24  | 15,84       | 09.07.2002 00:09:21  |
| 15  | 101003  | 101003       | 101001        | 0,069  | 09.07.2002 00:10:28  | 1,40  | 09.07.2002 00:10:28  | 13,96      | 09.07.2002 01:05:41  | 13,94       | 09.07.2002 01:02:36  |
| 16  | 101005  | 101005       | 101003        | 0,056  | 09.07.2002 00:10:29  | 1,78  | 09.07.2002 00:10:29  | 14,28      | 09.07.2002 00:10:21  | 13,96       | 09.07.2002 01:05:41  |
| 17  | 101007  | 101007       | 101007F       | 0,000  | 09.07.2002           | 0,00  | 09.07.2002           | 13,94      | 09.07.2002           | 13,85       | 09.07.2002           |
| 18  | 101011  | 101011       | 101005        | 0,023  | 09.07.2002 00:10:05  | 0,88  | 09.07.2002 00:10:05  | 15,10      | 09.07.2002 00:10:05  | 14,28       | 09.07.2002 00:10:21  |
| 19  | 110001  | 110001       | 110002        | 0,011  | 09.07.2002 00:09:27  | 0,61  | 09.07.2002 00:08:27  | 16,69      | 09.07.2002 00:09:27  | 16,54       | 09.07.2002 00:10:08  |
| 20  | 100002  | 100002n      | 100001n       | 0,177  | 09.07.2002 00:10:54  | 1,28  | 09.07.2002 00:09:41  | 13,94      | 09.07.2002 01:01:36  | 13,93       | 09.07.2002 00:51:04  |
| 21  | Aus-RR  | Aus-RRB      | Auslass       | 0,002  | 09.07.2002 00:06:51  | 0,70  | 09.07.2002 00:06:56  | 13,17      | 09.07.2002 00:06:51  | 13,02       | 09.07.2002 00:06:51  |
| 22  | 120001  | 120001       | 110003n       | 0,013  | 09.07.2002 00:09:15  | 0,86  | 09.07.2002 00:10:01  | 17,52      | 09.07.2002 00:09:15  | 16,43       | 09.07.2002 00:09:12  |
| 23  | 110002  | 110002       | 110003n       | 0,022  | 09.07.2002 00:09:32  | 0,96  | 09.07.2002 00:10:31  | 16,54      | 09.07.2002 00:10:08  | 16,43       | 09.07.2002 00:09:12  |
| 24  | 110003  | 110003n      | 110004n       | 0,052  | 09.07.2002 00:09:26  | 1,69  | 09.07.2002 00:09:26  | 16,43      | 09.07.2002 00:09:12  | 15,63       | 09.07.2002 00:11:46  |
| 25  | 110004  | 110004n      | 100015        | 0,043  | 09.07.2002 00:08:59  | 0,91  | 09.07.2002 00:06:54  | 15,63      | 09.07.2002 00:11:46  | 15,57       | 09.07.2002 00:11:53  |
| 26  | 100019  | 100019       | 100017        | 0,047  | 09.07.2002 00:08:09  | 1,49  | 09.07.2002 00:08:06  | 15,68      | 09.07.2002 00:11:51  | 15,59       | 09.07.2002 00:11:53  |
| 27  | 100020  | 100020       | 100019        | 0,037  | 09.07.2002 00:08:11  | 1,19  | 09.07.2002 00:08:12  | 15,74      | 09.07.2002 00:11:51  | 15,68       | 09.07.2002 00:11:51  |
| 28  | 100021  | 100021       | 100020        | 0,033  | 09.07.2002 00:08:16  | 1,05  | 09.07.2002 00:08:16  | 15,84      | 09.07.2002 00:09:21  | 15,74       | 09.07.2002 00:11:51  |
| 29  | 100022  | 100022       | 100021        | 0,029  | 09.07.2002 00:08:21  | 0,93  | 09.07.2002 00:08:21  | 15,86      | 09.07.2002 00:09:14  | 15,84       | 09.07.2002 00:09:21  |
| 30  | 90130   | 90130        | 100019        | -0,015 | 09.07.2002 00:08:22  | -0,49 | 09.07.2002 00:08:23  | 15,68      | 09.07.2002 00:11:51  | 15,68       | 09.07.2002 00:11:51  |
| 31  | 100008  | 100008       | 101001        | 0,107  | 09.07.2002 00:10:47  | 1,70  | 09.07.2002 00:10:46  | 14,16      | 09.07.2002 00:10:47  | 13,94       | 09.07.2002 01:02:36  |
| 32  | 101001  | 101001       | 100002n       | 0,180  | 09.07.2002 00:10:24  | 1,08  | 09.07.2002 00:10:23  | 13,94      | 09.07.2002 01:02:36  | 13,94       | 09.07.2002 01:01:36  |



**HYSTEM-EXTRAN****Volumenbilanz**

Aktueller Rechenlauf: Modellregen EULER Typ 2, T = 5a - Basis: Kostra-Atlas

|                                   |           |                                   |               |
|-----------------------------------|-----------|-----------------------------------|---------------|
| Anfangsvolumen im System          | 0,00 m³   | Restvolumen im System             | 142,23 m³     |
| Trockenwetterzufluss              | 0,00 m³   |                                   |               |
| Oberflächenzufluss                | 157,57 m³ | Abflussvolumen aus dem System     | 13,79 m³      |
| Summe Zufluss- und Anfangsvolumen | 157,57 m³ | Summe Abfluss- und Restvolumen    | 156,02 m³     |
| <b>Volumenfehler</b>              |           |                                   | <b>0,99 %</b> |
| Anzahl der Nur-Einstauschächte    | 21        | Summe Überstauvolumen max.        | 4,65 m³       |
| Anzahl der Überstauschächte       | 3         | Summe Überstauvolumen, Simulation | 0,00 m³       |

| Einstauschächte  |                      |  | Einstaudauer |               |
|------------------|----------------------|--|--------------|---------------|
|                  |                      |  | Minuten      |               |
| 100002n          |                      |  | 105,22       |               |
| 100009           |                      |  | 12,36        |               |
| 100013           |                      |  | 15,42        |               |
| 100015           |                      |  | 13,88        |               |
| 100017           |                      |  | 12,38        |               |
| 100019           |                      |  | 16,14        |               |
| 100020           |                      |  | 16,31        |               |
| 100021           |                      |  | 16,46        |               |
| 100024           |                      |  | 115,27       |               |
| 100027           |                      |  | 15,36        |               |
| 100029           |                      |  | 13,01        |               |
| 100101           |                      |  | 11,22        |               |
| 100103           |                      |  | 10,06        |               |
| 100105           |                      |  | 6,41         |               |
| 100107           |                      |  | 4,06         |               |
| 100201           |                      |  | 14,19        |               |
| 101001           |                      |  | 104,76       |               |
| 101003           |                      |  | 111,78       |               |
| 101005           |                      |  | 111,96       |               |
| 110004n          |                      |  | 1,57         |               |
| 90130            |                      |  | 10,99        |               |
| Überstauschächte | max. Überstauvolumen | Überstauvolumen am Ende der Berechnung | Einstaudauer | Überstaudauer |
|                  | m³                   | m³                                     | Minuten      | Minuten       |
| 100022           | 1,08                 |  | 13,40        | 3,94          |
| 100023           | 0,05                 |  | 18,88        | 0,63          |
| 100025           | 3,53                 |  | 18,80        | 6,03          |
| Auslässe         | Auslaufvolumen       |  |              |               |
|                  | m³                   |  |              |               |

# HYSTEM-EXTRAN

## Volumenbilanz

Aktueller Rechenlauf: Modellregen EULER Typ 2, T = 5a - Basis: Kostra-Atlas

| Auslässe | Auslaufvolumen |  |  |  |
|----------|----------------|--|--|--|
|          | m <sup>3</sup> |  |  |  |
| Auslass  | 13,79          |  |  |  |