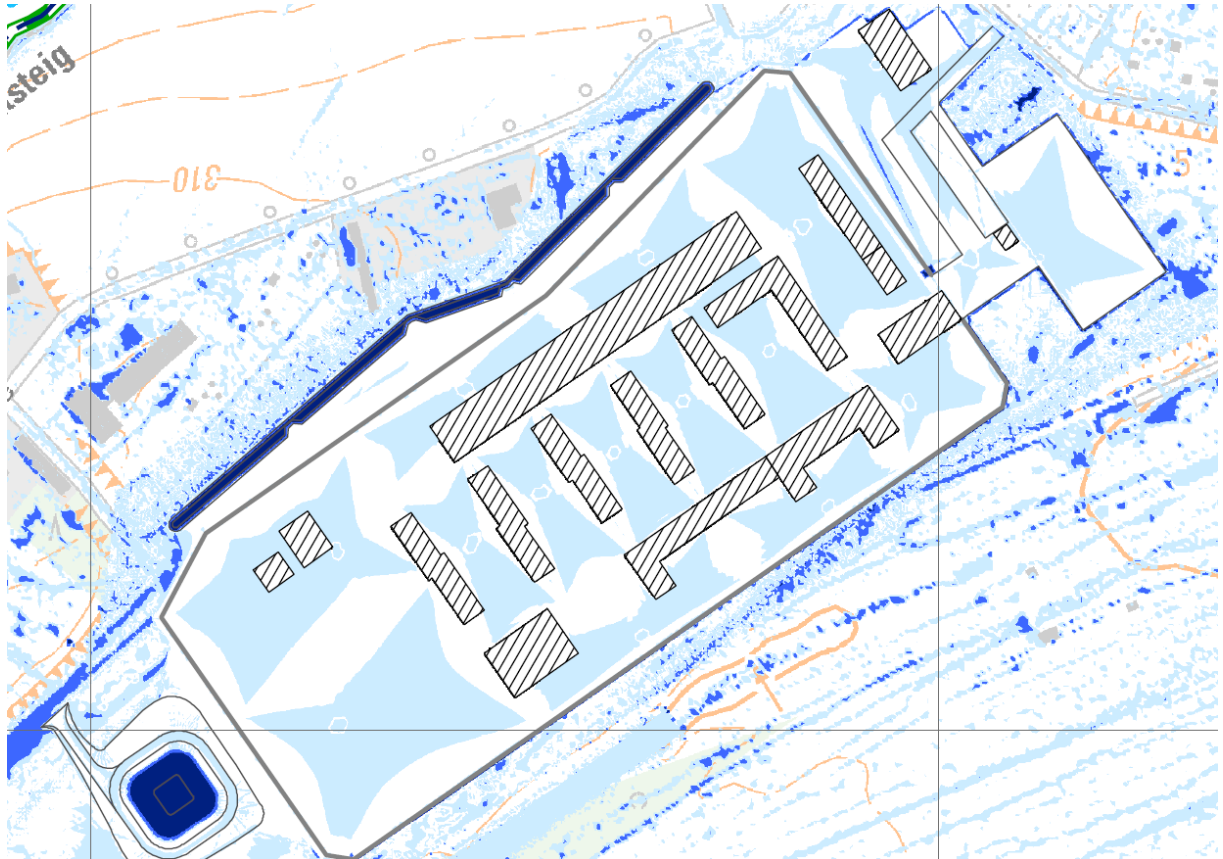


Notwasserwege des Regenwassersystems der geplanten Justizvollzugsanstalt Zwickau-Marienthal



Vorhabensträger:



**Freistaat Sachsen
SIB – Staatsbetrieb Sächsisches
Immobilien- und Baumanagement
NL Leipzig I
Schongauerstraße 7
04328 Leipzig**

Entwurfsverfasser:

Leipzig, den 30.11.2016



**IWS – Institut für Wasserbau und
Siedlungswasserwirtschaft GmbH**

Kurt-Eisner-Straße 92
04275 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
Abbildungsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis.....	3
Quellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Veranlassung und Gegenstand	6
2 Hydrologische Modellierung	8
2.1 Software	8
2.2 Modellerstellung	10
2.2.1 N-A-Modell	10
2.2.2 Belastung	13
2.2.3 Plausibilisierung.....	14
2.3 Ergebnisse	15
3 Hydraulische Modellierung.....	16
3.1 Software	16
3.2 Modellerstellung	17
3.2.1 Berechnungsnetz.....	17
3.2.2 Kanalsystem.....	17
3.2.3 Niederschlag und Randbedingungen.....	19
3.2.4 Plausibilisierung.....	20
3.3 Ergebnisse	21
4 Bewertung.....	22
5 Zusammenfassung.....	24
Anlagen	26

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Lage der geplanten JVA Zwickau-Marienthal	6
Abb. 2-1:	vereinfachte schematische Modellstruktur des Modells NASIM.....	8
Abb. 2-2:	In der Studie betrachteter Ausschnitt aus dem N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach	10
Abb. 2-3:	Abflussverteilung auf dem Gebiet der geplanten JVA im Ist-Zustand	11
Abb. 2-4:	Abflussverteilung auf dem Gebiet der geplanten JVA im Plan-Zustand	12
Abb. 2-5:	Niederschlagsverteilung gemäß DVWK (1984)	13
Abb. 3-1:	Vereinfachte Abbildung des Kanalsystems des RAW-Geländes im Ist-Zustand	18
Abb. 3-2:	Vereinfachte Abbildung des Kanalsystems des JVA-Geländes im Plan- Zustand.....	19
Abb. 3-3:	Vergleich des Gesamtabflusses HQ_{100} aus dem RAW-Gelände im Ist-Zustand	21

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	verwendete Wiederkehrzeiten und Dauerstufen.....	13
Tab. 2-2:	Vergleich der Volumina an den geplanten Regenrückhaltungen aus der Vorplanung mit den Ergebnissen aus dem Plan-Zustand N-A-Modell	14
Tab. 2-3:	Ausgewählte Maximalwerte aus dem N-A-Modell unter Berücksichtigung der Translations- und Retentionseffekte	15

Quellenverzeichnis

- [A] fugmann + fugmann Architekten und Ingenieure GmbH: Entwässerung – Äußere Erschließung. Anhang zur Entwässerungskonzeption, Falkenstein, Stand 14.07.2016.
- [B] fugmann + fugmann Architekten und Ingenieure GmbH: Entwässerung – Äußere Erschließung. DWG-Zeichnung des geplanten JVA-Geländes und des Entwässerungssystems. Falkenstein, Stand 24.10.2016.
- [C] IWS- Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH: HWRMP Marienthaler Bach/ Moritzbach i.V.m. Brander Bach. Mittelgrundbach, Weißenborner Bach/ Wolfsgraben. Anhang 2. Dokumentation des N-A-Modells und der Berechnung, Stand 17.08.2016.
- [D] Programm Service Wasserwirtschaft: Rauheitsklassen für Gewässer. www.psw-knauf.de/download/Gewaesser-Rauheiten.pdf, Stand: 19.02.2014.
- [E] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Digitale Daten der Landnutzung und Bodenversiegelung Sachsen. 2005.
- [F] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Digitale Daten der Bodenkarte 1:50.000. 2012.
- [G] Staatsbetrieb Geobasisinformationssystem und Vermessung Sachsen: Geobasisdaten Digitales Geländemodell DGM2.
- [H] Staatsbetrieb Geobasisinformationssystem und Vermessung Sachsen: Geobasisdaten Digitale Orthophotos DOP RGB.
- [I] Staatsbetrieb Geobasisinformationssystem und Vermessung Sachsen: Geobasisdaten Georeferenzierte Gebäudegrundrisse.

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Einheit	Erklärung
DGM2		digitales Geländemodell mit 2 m Punktabstand
HQ _{<100>}	m ³ /s	Hochwasserabfluss <mit 100-jähriger Wiederkehrzeit>
HWRMP		Hochwasserrisikomanagementplan
IWS		Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH
JVA		Justizvollzugsanstalt
k _{St}	m ^{1/3} /s	Manning-Strickler-Beiwert (Rauigkeit)
N-A		Niederschlags-Abfluss(-Modell)
Q	m ³ /s	Abfluss
RAW		Reichsbahnausbesserungswerk
RWTH		Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule
unvers.		unversiegelt
vers.		versiegelt
WSP	m	Wasserspiegel

1 Veranlassung und Gegenstand

Der Freistaat Sachsen beabsichtigt in Zwickau-Marienthal auf dem ehemaligen Gelände des Reichsbahnausbesserungswerkes (RAW) eine Justizvollzugsanstalt (JVA) zu errichten (siehe Abb. 1-1). In Folge der Planung der Liegenschaftsentwässerung ergibt sich die Notwendigkeit der Erstellung einer Studie zum Umgang mit Regenwasser, wenn die Bemessungswiederkehrzeit überschritten wird. Im Sinne der Hochwasserrisikoabschätzung für die Unterlieger ist eine Studie zum Verbleib bzw. zur Notableitung des Niederschlagswassers der geplanten JVA zu erstellen.

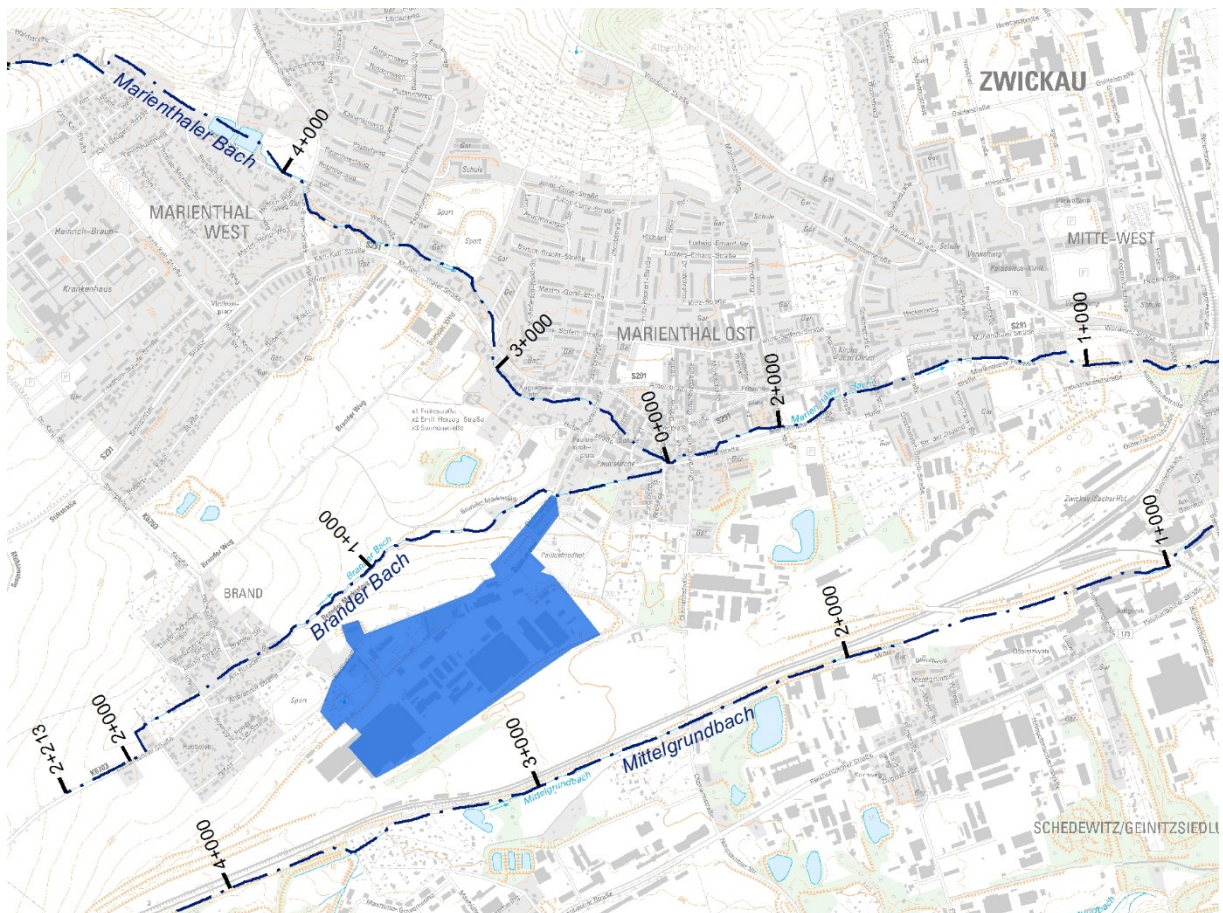


Abb. 1-1: Lage der geplanten JVA Zwickau-Marienthal

Die IWS-Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH wurde durch den Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement (SIB) beauftragt diese Studie zu Notwasserwegen des Regenwassersystems der geplanten Justizvollzugsanstalt Zwickau-Marienthal unter Berücksichtigung der hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse zu erstellen.

len. Ansätze und Ergebnisse des parallel in Bearbeitung befindlichen Hochwasserrisikomanagementplanes (HWRMP) Marienthaler Bach der Stadt Zwickau sind dabei mit einbezogen.

Die vorliegende Studie wurde durch die IWS – Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig durchgeführt.

2 Hydrologische Modellierung

Die hydrologische Modellierung basiert auf den bereits vorhandenen Niederschlags-Abfluss-Modell (N-A-Modell) Marienthaler Bach/ Moritzbach aus dem HWRMP Marienthaler Bach/ Moritzbach i.V.m. Brander Bach, Mittelgrundbach, Weißenborner Bach/ Wolfsgraben [C] und dient zur Ermittlung der Eingangsgrößen für die hydraulische Modellierung (siehe Kapitel 3). Entsprechend der Bodenbeschaffenheit und der auf der Oberfläche befindlichen Vegetation bzw. Bebauung wird für den Untersuchungsbereich und den darin befindlichen Teilgebieten jeweils eine zeitbezogene Abflussspende berechnet. Die so berechnete Ganglinie gibt den nach Abzug der Benetzung und Versickerung auf der Oberfläche zum Abfluss bereitstehenden Niederschlag an, welcher im Folgenden als Effektivniederschlag bezeichnete wird.

2.1 Software

Das in dieser Arbeit für die Niederschlags-Abfluss-Modellierung verwendete Modell NASIM (Niederschlags-Abfluss-Simulationsmodell) wurde zu Beginn der 80er Jahre an der RWTH Aachen im Rahmen des DFG-Forschungsvorhabens „Bestimmung des Einflusses anthropogener Eingriffe auf Abflussbildung und Abflussvorgang mit Hilfe von Parameterschätzverfahren“ entwickelt und unterlag seit 1984 einer kommerziellen Weiterentwicklung durch die HYD-ROTEC Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH in Aachen.

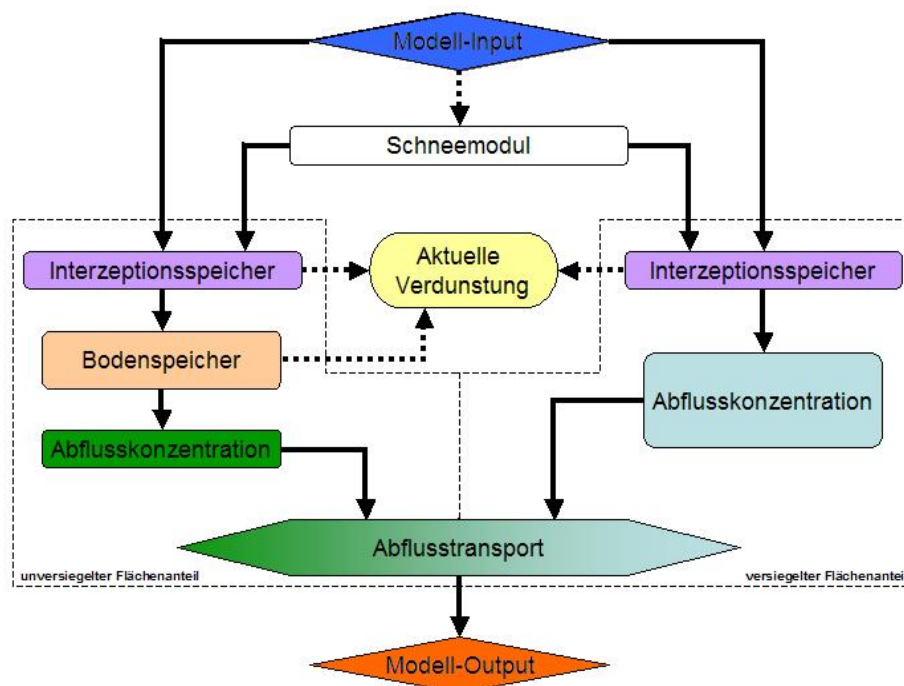


Abb. 2-1: vereinfachte schematische Modellstruktur des Modells NASIM

NASIM kann zu den konzeptionellen Modellen, welche eine Untergruppe der deterministischen Modelle darstellen, gezählt werden. Dabei handelt es sich um Modelle, die komplexe hydrologische Vorgänge über vereinfachte, physikalisch interpretierbare Modellvorstellungen beschreiben und dabei ein gewisses Maß an Empirie enthalten (Grey-Box-Ansatz). Das Modell besitzt, wie die meisten konzeptionellen Modelle, einen modularen Aufbau (Abb. 2-1) und ist im Sinne der Anwenderfreundlichkeit hinsichtlich Datenbeanspruchung sowie Verständnis in seiner Komplexität der Algorithmen recht einfach gehalten.

Das Modell NASIM in der hier verwendeten Version 3.4.0 kann sowohl für Kurz-, Mittel- als auch für Langzeitsimulationen verwendet werden. Die zeitliche Auflösung kann dabei zwischen wenigen Minuten bis hin zu mehreren Monaten betragen.

Hinsichtlich des Modell-Inputs (Modellbelastung) bietet NASIM grundsätzlich zwei Möglichkeiten an. Zum einen kann das Modell auf Grundlage gebietsbezogener Niederschlags- und Klimazeitreihen belastet werden. Alternativ dazu bietet NASIM aber auch die Möglichkeit Simulationsrechnungen anhand von Bemessungsniederschlägen mit zugehöriger Verteilungsfunktion durchzuführen.

Im Hinblick auf die räumliche Diskretisierung stellt in NASIM die Elementarfläche die kleinste Modelliereinheit dar. Dabei handelt es sich um eine Fläche, die hinsichtlich ihrer Boden- und Landnutzungsdaten homogen ist und die genau einer Teilgebietsfläche zugeordnet werden kann (Hydrotop). Bezüglich der Simulationsrechnungen muss hierbei aber angemerkt werden, dass darauf basierend lediglich die Prozesse des Bodenwasserhaushaltes (Verdunstung, Infiltration, Perkolation bzw. Exfiltration) berechnet werden können. Die Simulationsrechnungen für die Abflusskonzentration dagegen können nur auf Grundlage der Teilgebietsflächen und den zwischen ihnen bestehenden Abflussbeziehungen erfolgen. Demnach bestimmt die Größe der Teilgebiete den Detaillierungsgrad des Modells.

Die Abflüsse von den Teilgebieten können getrennt in unterirdischen und oberirdischen Abfluss verarbeitet werden, wobei bei letzteren noch eine Aufteilung in den Abfluss von den versiegelten und den unversiegelten Flächen eines Teilgebietes möglich ist. Damit ist es mit NASIM möglich u.a. detaillierte Abflussvorgänge innerhalb städtischer Einzugsgebiete zu beschreiben und gleichzeitig den Zusammenhang zwischen natürlichen und urbanen Elementen darzustellen.

2.2 Modellerstellung

2.2.1 N-A-Modell

Wie bereits erwähnt, basiert die hydrologische Modellierung auf dem bereits vorhandenen N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach. In dem kalibrierten Modell wird das Einzugsgebiet des Marienthaler Bachs und des Moritzbachs bis zur Mündung in die Zwickauer Mulde abgebildet, wobei aufgrund der stadthydrologischen Prägung des Gebietes die kanalisierten Bereiche explizit berücksichtigt wurden.

In der vorliegenden Studie wurden nur die Teilgebiete aus dem N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach betrachtet, die im Bereich des hydraulischen Modells (siehe Kapitel 3) liegen bzw. dahingehend entwässern. Die folgende Abb. 2-2 gibt einen Überblick über die betroffenen Gebiete.

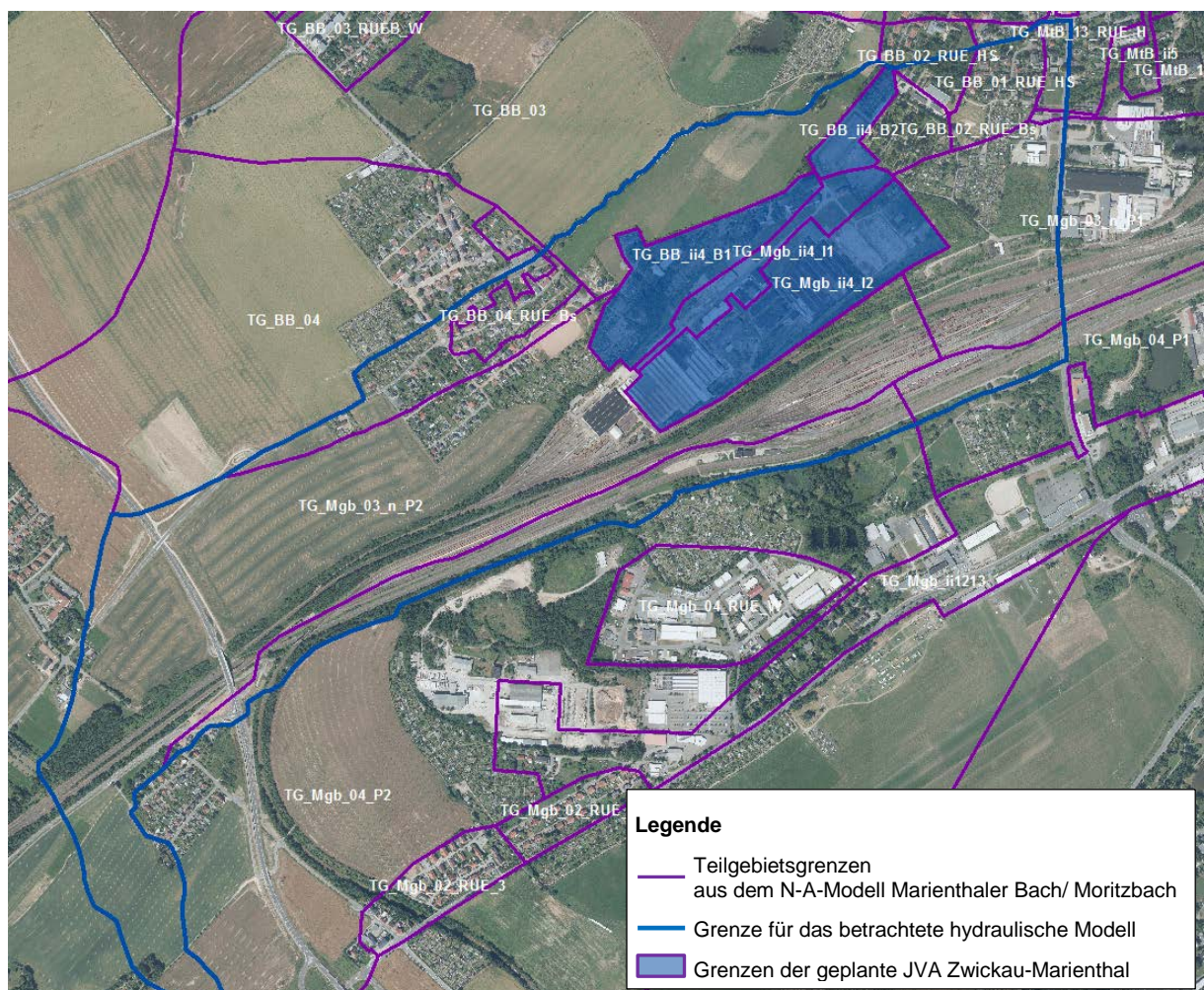


Abb. 2-2: In der Studie betrachteter Ausschnitt aus dem N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach

Im Bereich der geplanten JVA wurden hierbei hinsichtlich der Teilgebietsgrenzen die aktuellen (Stand 14.07.2016) Außengrenzen von fugmann + fugmann [A] angesetzt. Auch die Landnutzung und der Grad der Versiegelung sowie alle damit verbundenen Flächenparameter wurden dementsprechend angepasst, wobei zwischen dem Ist-Zustand und dem Plan-Zustand unterschieden werden musste.

Im Ist-Zustand wurde die Versiegelung und die Nutzung gemäß dem ehemaligen Gelände des RAW basierend auf den Daten aus dem an verschiedenen Hochwasserereignissen kalibrierten N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach festgelegt. Die sich daraus auf dem Gebiet der geplanten JVA ergebenden Abflüsse wurden im Modell gemäß der nachfolgenden Abb. 2-3 aufgeteilt.

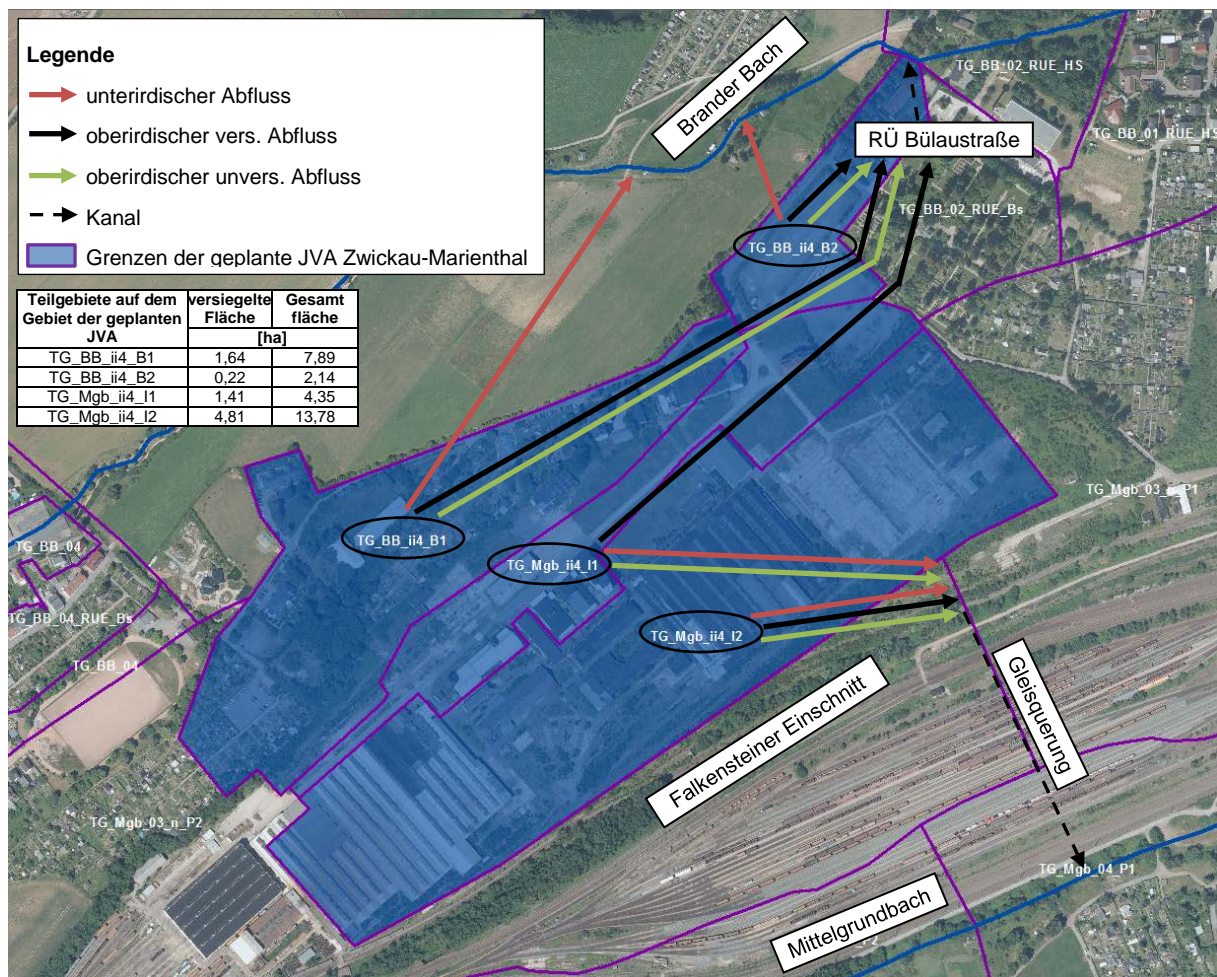


Abb. 2-3: Abflussverteilung auf dem Gebiet der geplanten JVA im Ist-Zustand

Grundlage hierfür waren bezüglich des unterirdischen Abflusses die Wasserscheiden des LfULG. Die Aufteilung des oberirdischen Abflusses erfolgte im Modell gemäß den Recherchen von fugmann + fugmann. Demnach wurde der Oberflächenabfluss im nördlichen Bereich der geplanten JVA auf dem ehemaligen Gelände der RAW über das Kanalsystem in der Bülastraße Richtung Brander Bach abgeführt. Der südliche Bereich entwässerte hingegen über

den „Falkensteiner Einschnitt“ und einen anschließend die Bahngleise querenden Kanal in Richtung Mittelgrundbach.

Im Plan-Zustand wurde die Versiegelung aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Flächenbilanzierung pauschal für die betreffenden Teilgebiete gemäß dem Anhang zur Entwässerungskonzeption [A] festgelegt. Die darin ermittelten undurchlässigen Flächen (rechnerischer Wert gemäß ATV-DVWK-A 198) wurden vereinfacht den versiegelten Flächen der Teilgebiete gleichgestellt.

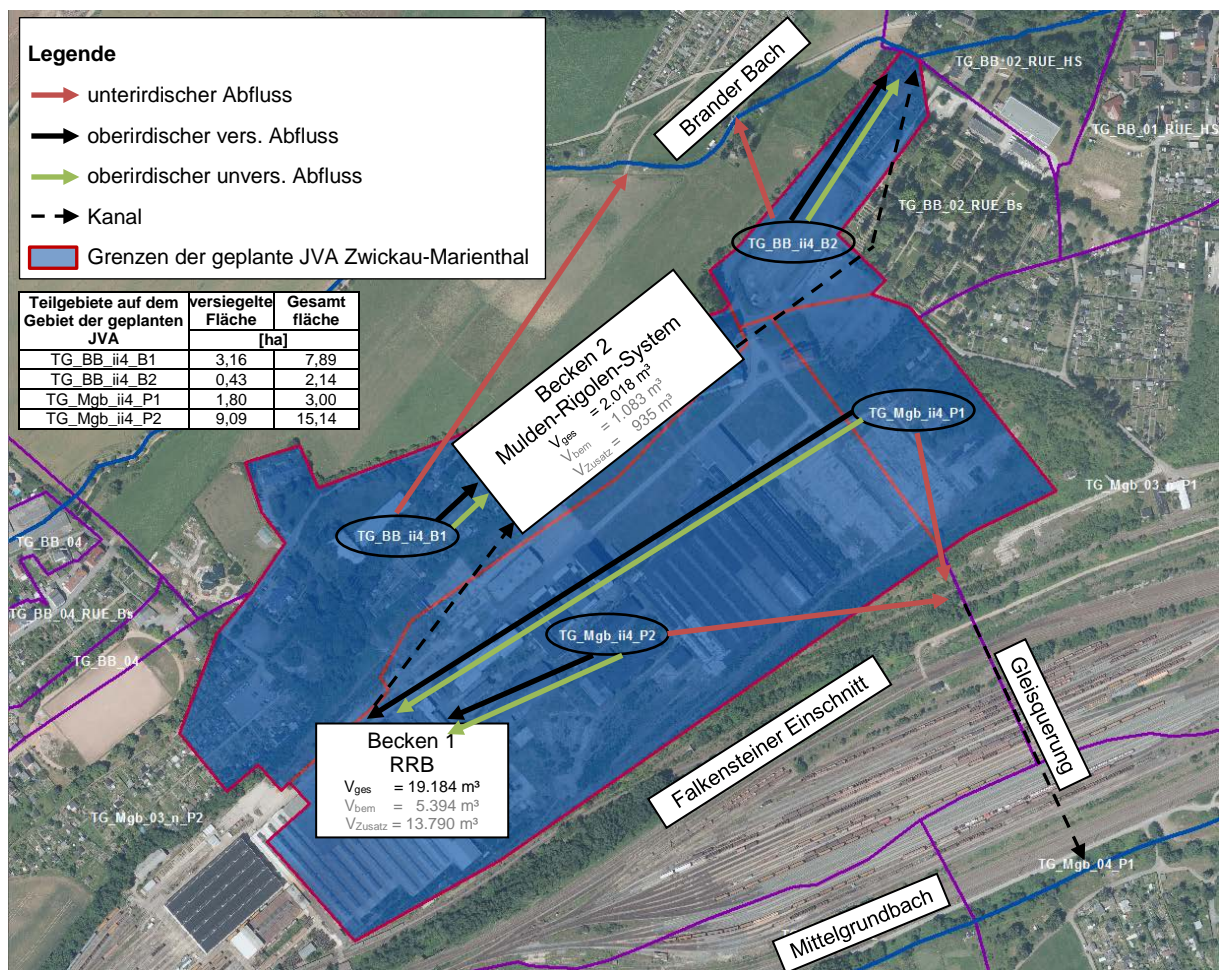


Abb. 2-4: Abflussverteilung auf dem Gebiet der geplanten JVA im Plan-Zustand

Die sich für den Plan-Zustand auf den Teilgebieten ergebenden Abflüsse wurden nach der Abb. 2-4 auf die beiden Vorfluter Brander Bach und Mittelgrundbach aufgeteilt. Dabei wird der gesamte Oberflächenabfluss aus den Teilgebieten im Bereich der geplanten JVA über die beiden geplanten Regenrückhaltungen und dem umgestalteten Kanalsystem in der Bülastraße (Trennsystem und rückgebautem Regenüberlauf Bülastraße) Richtung Brander Bach geführt.

2.2.2 Belastung

Die Belastung des Modells erfolgte anhand von Bemessungsniederschlägen aus dem digitalen KOSTRA-Atlas 2000 des DWD. Die entsprechenden Niederschlagshöhen wurden dem Raster Spalte 55 bzw. 56 und Zeile 59 entnommen.

Für die Simulation wurden Bemessungsniederschläge mit den in Tab. 2-1 aufgelisteten Wiederkehrzeiten und Dauerstufen angesetzt. Die einzelnen Niederschlagshöhen der verschiedenen Dauerstufen und Wiederkehrzeiten sind der Anlage A in [C] zu entnehmen.

Tab. 2-1: verwendete Wiederkehrzeiten und Dauerstufen

Dauerstufe	D [h]	0,5	0,75	1	1,5	2	3	4	6	9	12	18	24	48	72
------------	-------	-----	------	---	-----	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Wiederkehrzeit	T [a]	10	100	300
----------------	-------	----	-----	-----

Da Niederschläge sowohl mit starken Intensitäten zu Beginn bzw. am Ende oder auch mit einer nahezu gleichmäßigen Verteilung auftreten können, jedoch gemäß DVWK 124 eine besonders häufig auftretende Verteilung nicht nachzuweisen ist, wurde zur Abbildung mittlerer Verhältnisse als Intensitätsverlauf eine mittelbetonte Niederschlagsaufteilung gemäß DVWK (1984) angesetzt. Nach dieser werden in den ersten 30 % der Niederschlagsdauer 20 % des Gesamtniederschlages angesetzt, in den folgenden 20 % der Niederschlagsdauer 50 % des Gesamtniederschlages und in den verbleibenden 50 % der Niederschlagsdauer die restlichen 30 % des Gesamtniederschlages.

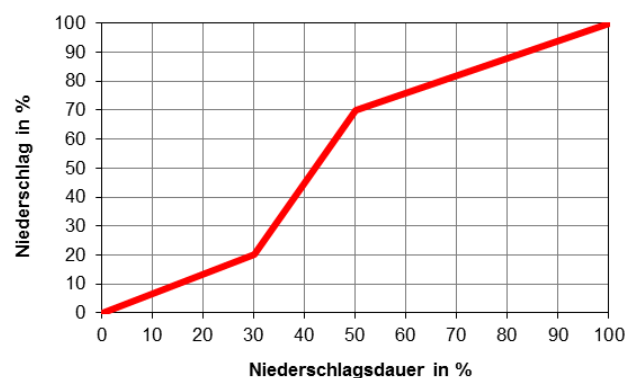


Abb. 2-5: Niederschlagsverteilung gemäß DVWK (1984)

Im Rahmen der Belastungsverteilung bei den Simulationen wurde eine einheitliche Überregung aller Teilgebiete angesetzt. Dabei unterlagen die angesetzten Niederschlagshöhen aufgrund der geringen Größe des zu betrachteten Einzugsgebietes keiner Abminderung, um die Effekte der räumlichen Ausdehnung der Niederschlagsereignisse zu berücksichtigen. Auch

wurde auf eine prozentuale Erhöhung zur Kompensation eventueller Unsicherheiten in der Starkregenniederschlagsstatistik verzichtet.

2.2.3 Plausibilisierung

Auf Plausibilitätsbetrachtungen zum Ist-Zustand wurde verzichtet, da dieser bis auf die Teilgebietsunterteilung im Bereich der geplanten JVA identisch mit dem an verschiedenen Hochwasserereignissen kalibrierten N-A-Modell Marienthaler Bach/ Moritzbach ist.

Bezüglich des Plan-Zustandes wurden die sich im Modell bei einem Bemessungsregen mit der Wiederkehrzeit von $T = 10$ a ergebenden Volumina der beiden geplanten Regenrückhaltungen mit den nach dem Einfachen Verfahren der DWA-A 117 berechneten Angaben aus der Vorplanung von fugmann + fugmann (Stand 14.07.2016) [A] verglichen.

Tab. 2-2: Vergleich der Volumina an den geplanten Regenrückhaltungen aus der Vorplanung mit den Ergebnissen aus dem Plan-Zustand N-A-Modell

Regenrückhaltung	Vorplanung		N-A-Modell		N-A-Modell mit Zuschlagsfaktor f_z	
	D [h]	V [m³]	D [h]	V [m³]	V [m³]	Abweichg. zur Vorplanung [%]
Regenrückhaltebecken (Becken 1)	6	5394	6	4437	5324	-1,3
Mulden-Rigolen-System (Becken 2)	2	1083	3	1053	1264	16,7

In der Tab. 2-2 zeigt sich, dass unter Berücksichtigung der doch sehr unterschiedlichen Berechnungsansätze die Größenordnung der Rückhaltevolumina sowie die dazugehörige Dauerstufe des Bemessungsregen aus dem N-A-Modell gut mit denen aus der Vorplanung übereinstimmen. So fällt das Volumen vom Becken 1 aus dem N-A-Modell unter Berücksichtigung des im Einfachen Verfahren nach DWA-A 117 bezüglich des Risikos einer Unterbemessung berücksichtigten Zuschlagsfaktor von $f_z = 1,2$ nur 1,3 % kleiner aus. Beim Becken 2 ist die Abweichung etwas größer, hier kommt es im N-A-Modell zu einer Überschätzung des Volumens von 16,7 %. Die Ursache hierfür liegt mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Abbildung des Abflusses von den unversiegelten (natürlichen) Flächen. Nach dem Einfachen Verfahren der DWA-A 117 wird der Abfluss von den natürlichen Flächen bei allen Wiederkehrzeiten pauschal über einen festen Abflussbeiwert in der abflusswirksamen Fläche berücksichtigt. Beim N-A-Modell hingegen erfolgt die Berücksichtigung in Abhängigkeit vom Bodenwasserhaushalt und nimmt mit steigender Wiederkehrzeit zu. Das in diesem Zusammenhang am Becken 1 im N-A-Modell kein größeres Volumen simuliert wurde, hängt mit der prozentualen Verteilung der unversiegelten Flächen in direkten Einzugsgebieten des Beckens zusammen.

2.3 Ergebnisse

Sowohl für den Ist-Zustand als auch für den Plan-Zustand wurden von allen Teilgebieten die in den Grenzen des betrachteten hydraulischen Modells liegen bzw. dahingehend entwässern zeitbezogene Abflussspenden für die Wiederkehrzeiten $T = 100$ a und 300 a berechnet. Diese Ganglinien geben den nach Abzug der Benetzung und Versickerung auf der Oberfläche zum Abfluss bereitstehenden Niederschlag an und dienen in der Studie als Eingangsgrößen für die hydraulische Modellierung (siehe Kapitel 3).

Ferner wurden mit dem N-A-Modell noch weitere Abflussdaten unter Berücksichtigung der Translations- und Retentionseffekte ermittelt. So wurden für die Plausibilisierung des Abflussverhaltens des hydraulischen Modells der Oberflächenabfluss auf dem RAW-Gelände als Ganglinie (siehe Abb. 3-3) und bezüglich der beiden Regenrückhaltebecken einige Maximalwerte (siehe Tab. 2-3) ausgegeben.

Tab. 2-3: Ausgewählte Maximalwerte aus dem N-A-Modell unter Berücksichtigung der Translations- und Retentionseffekte

Wiederkehrzeit T [a]	max. Zufluss [m³/s]	max. Fülle [m³]	Entleerungszeit [h]
Regenrückhaltebecken (Becken 1)			
100	2,02	7.753	43
300	2,36	9.588	53
Mulden-Rigolen-System (Becken 2)			
100	0,77	1.771	16
300	0,88	2.088	19

Bemerkung: Die Entleerungszeit wurde aus der maximalen Fülle und dem Drosselabfluss (Becken 1: 50 l/s, Becken 2: 30 l/s) berechnet.

Mit den Simulationen konnte gezeigt werden, dass selbst für die Wiederkehrzeiten $T = 300$ a das vorhandene Rückhaltevolumen im Bereich des Beckens 1 ausreichend ist. Nach der Entwässerungskonzeption von fugmann + fugmann [A] wurde das Becken 1 so geplant, dass es in einer Notüberlaufsituation erst einmal den unmittelbaren Bereich um das Becken einstaut, ohne in das umliegende Gelände abzufließen. Das Becken selbst hat ein Volumen von 5.394 m^3 und weist im Notfall mit dem zusätzlichen Rückhalteraum ein Volumen von insgesamt 19.184 m^3 auf. Nach den Simulationen liegt das erforderliche Volumen bei einer Wiederkehrzeit von $T = 300$ a mit 9.588 m^3 deutlich unter diesem Wert. Selbst ein Folgeregen gleicher Stärke könnte also von dem noch nicht geleerten Becken aufgenommen werden.

3 Hydraulische Modellierung

Im hydraulischen Modell werden die oberirdisch abfließenden Sturzfluten simuliert. Das Modell wird mit einem Effektivniederschlag beaufschlagt. Entsprechend des Gefälles wird der oberirdische Abfluss des Niederschlages simuliert und Wassertiefen sowie Fließgeschwindigkeiten bestimmt. Retentionsräume und im eigentlichen Untersuchungsbereich auch das unterirdische Kanalsystem werden dabei berücksichtigt, so dass das gesamte Abflussverhalten vom gefallenen Regentropfen bis in die Vorfluter abgebildet wird.

3.1 Software

Zweidimensionale Simulationsmodelle sind heute ein unentbehrliches Hilfsmittel für verschiedene wasserwirtschaftliche Untersuchungen geworden. Ihr Einsatz erstreckt sich dabei von der Simulation der Abfluss- und Strömungsvorgänge im Hoch- und Niedrigwasserfall bis hin zur Berechnung der Ausbreitung von Flut- und Dammbruchwellen.

Für die vorliegende Untersuchung wurde das Modell HYDRO_AS-2D von Dr. Nujić verwendet. Dieses Strömungsmodell wurde ursprünglich für die Simulation von Damm- und Deichbruchwellen konzipiert, kann jedoch auch für andere wasserwirtschaftliche Problemstellungen im Rahmen der Hochwasser- und Sturzflutsimulation eingesetzt werden.

Grundsätzlich basiert die zweidimensionale Abflussmodellierung in HYDRO_AS-2D auf einem flächendeckenden linearen Berechnungsnetz, für dessen Netzknoten jeweils die Wassertiefe sowie eine über die Tiefe gemittelte Fließgeschwindigkeit in Form zweier Richtungsvektoren berechnet werden. Die mathematische Grundlage für die Modellierung der Strömungsvorgänge sowie für die Berechnung der Wasserspiegellagen und Flutwellenausbreitung bilden dabei die Flachwassergleichungen von Abbott. Diese entstehen durch die Integration der dreidimensionalen Kontinuitätsgleichung und der Reynolds- bzw. Navier-Stokes-Gleichungen für inkompressible Fluide über die Wassertiefe und unter Annahme einer hydrostatischen Druckverteilung. Die numerische Lösung dieser Gleichung und damit die eigentliche Simulation erfolgt nach der Finite-Volumen-Methode, für die das Gesamtgebiet in eine bestimmte Anzahl von diskreten Elementen unterteilt wird. Um dies zu gewährleisten, muss im Vorfeld der eigentlichen Simulation ein Berechnungsnetz, bestehend aus Vierecks- und Dreiecksmaschen, erzeugt werden, womit eine möglichst gute Anpassung an die topografischen und hydrodynamischen Gegebenheiten erzielt werden soll.

Die Generierung des Berechnungsnetzes erfolgt mit Hilfe des Programms Surface-water Modeling System (SMS) der Firma Aquaveo, LLC (Utah, USA). Grundlage hierfür ist die direkte Kopplung des Strömungsmodells HYDRO_AS-2D an die Oberfläche von SMS. Dadurch ist es möglich, das Berechnungsmodell für die 2D-Simulation im SMS aufzubereiten sowie die späteren Berechnungsergebnisse wieder einzulesen, auszuwerten bzw. darzustellen.

3.2 Modellerstellung

3.2.1 Berechnungsnetz

Die Grenzen des hydraulischen Modells sind im Norden der Brander Bach und im Süden der Mittelgrundbach. Östlich erstreckt sich das Modell bis zum Olzmannntunnel und westlich bis kurz vor die Gemeinden Weissenbrunn und Lichtentanne. Das Berechnungsgebiet hat damit eine Fläche von ca. 1,7 km².

Die Topografie des Ist-Zustandes basiert weitestgehend auf einem digitalen Geländemodell mit einem Punktabstand von 2 m (DGM2) [G]. Um Informationsverluste bei der Vermaschung des Berechnungsnetzes zu vermeiden, werden die Punkte des DGM direkt als Knoten für das Berechnungsnetz übernommen und mit Dreieckselementen vermascht. Damit ergibt sich ein Berechnungsnetz mit etwas über 830.000 Elementen. Für den Plan-Zustand wird für den Bereich der geplanten JVA ein Berechnungsnetz entsprechend der Topografie des aktuellen Planungsstandes [B] erstellt und in das Netz des Umlandes aus dem Ist-Zustand eingefügt. Basierend auf digitalen Gebäudegrundrissen [I], Orthofotos [H] und den Planungsunterlagen werden Knoten, die auf Gebäude liegen, pauschal um 5 m angehoben.

3.2.2 Kanalsystem

Das Kanalsystem wird im Wesentlichen auf dem Gelände von RAW/ JVA berücksichtigt. Die Abbildung erfolgt dabei in Form von sogenannten Nodestings, die zwei Knoten des Berechnungsnetzes miteinander verbinden und die Haltungen darstellen. Die Knoten am Ein- und Auslauf werden jeweils auf die Sohlhöhen der Haltungen herunter gesetzt, was die Schächte darstellt. In Abhängigkeit der hydraulischen Verhältnisse im Kanalsystem fließt Oberflächenwasser in die Schächte oder Wasser wird aus ihnen herausgedrückt.

Da für das Kanalsystem des RAW-Geländes keine vollständigen Unterlagen vorliegen, müssen Lage, Nennweiten und Maximalabflüsse aus verschiedenen unvollständigen Teilunterla-

gen rekonstruiert und zum Großteil frei angenommen werden. Die Niederschlagsentwässerung des Ist-Zustandes ist daher mit einigen Unsicherheiten behaftet. Gemäß der Entwässerungskonzeption von fugmann + fugmann [A] wird im Ist-Zustand angenommen, das sich unter der Hauptstraße des RAW-Geländes ein Hauptsammler befindet, der das Niederschlagswasser des nördlich gelegenen Teilgebietes aufnimmt und über das Kanalsystem der Bülaustr. in den Brander Bach leitet. Entsprechend des von fugmann + fugmann angesetzten Maximalabfluss der Kanalisation Bülaustr. wird der Durchfluss durch diesen Strang auf maximal 670 l/s begrenzt. Aufgrund der größeren Fläche des südlichen Teilgebietes wird hier ein Hauptsammler mit einem Maximalabfluss von 1000 l/s angenommen. Von diesem wird das Niederschlagswasser durch die Querung der Bahntrasse, über die auch der Falkensteiner Einschnitt entwässert, in den Mittelgrundbach geleitet. Einläufe, von denen das Niederschlagswasser in die Hauptsammler gelangt, werden mangels besserer Angaben an Geländetiefpunkten platziert. Das Kanalsystem des Ist-Zustandes ist in Abb. 3-1 dargestellt.

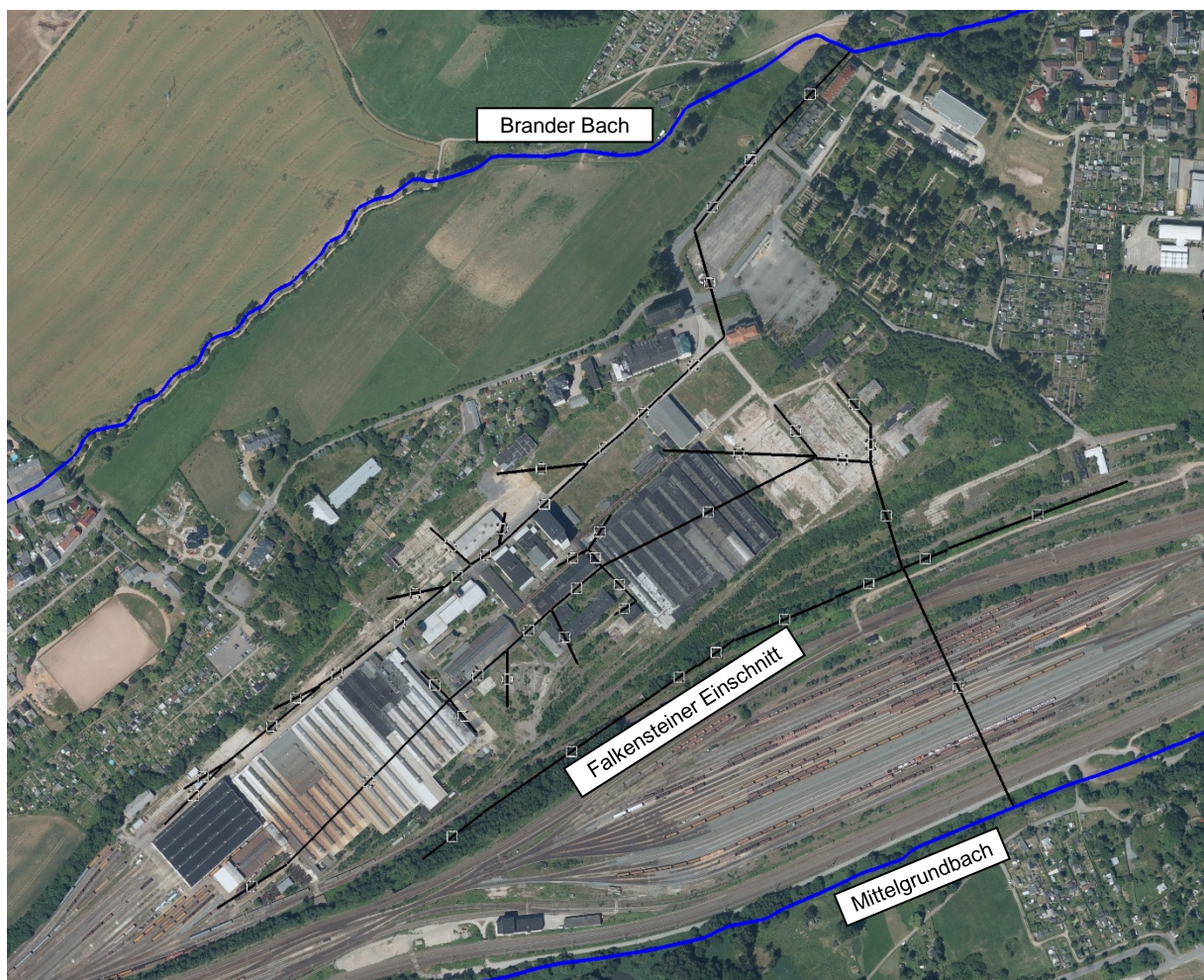


Abb. 3-1: Vereinfachte Abbildung des Kanalsystems des RAW-Geländes im Ist-Zustand

Das Kanalsystem der geplanten JVA wird entsprechend der Entwässerungskonzeption von fugmann + fugmann [B] mit Stand vom 24.10.2016 abgebildet. Nennweiten werden daraus übernommen, wobei der Durchfluss in Abhängigkeit des Wasserstandes am Ein- und Auslauf gemäß der Formulierung in Hydro_AS-2D berechnet wird. Das gesamte JVA-Gelände entwässert dabei in das Becken 1, das als Rückhalteraum im Modell abgebildet ist. Von dort werden 50 l/s in das Mulden-Rigolen-System gepumpt, das einen weiteren im Modell abgebildeten Rückhalteraum darstellt. Aus dem Mulden-Rigolen-System wird das Wasser über ein auf 80 l/s gedrosseltes Rohr in das Kanalsystem der Bülastr. abgegeben, das entsprechend des Ist-Zustandes abgebildet ist. Das Kanalsystem des Plan-Zustandes ist in Abb. 3-2 dargestellt.

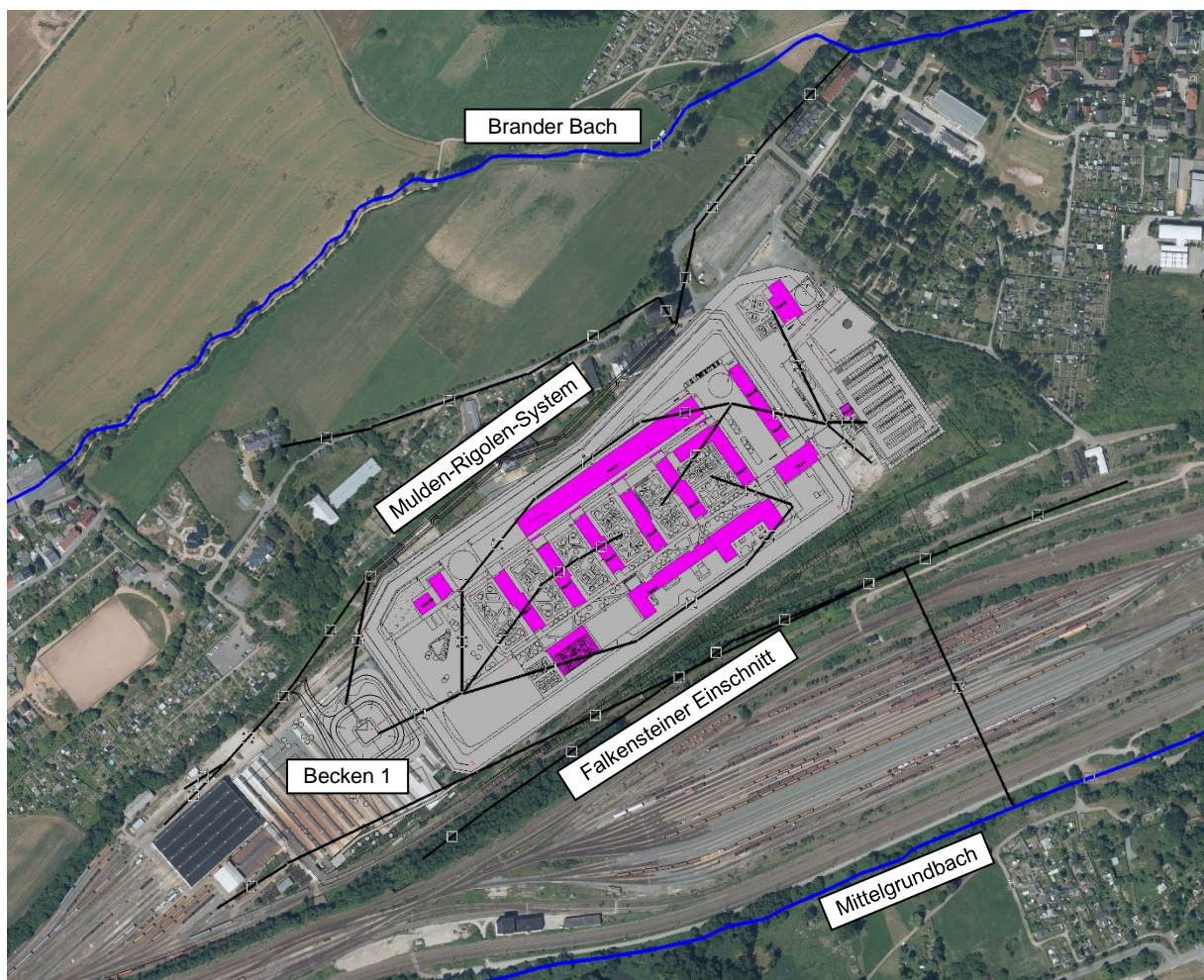


Abb. 3-2: Vereinfachte Abbildung des Kanalsystems des JVA-Geländes im Plan-Zustand

3.2.3 Niederschlag und Randbedingungen

Das hydraulische Modell wird mit einem Effektivniederschlag aus dem N-A-Modell beaufschlagt, der den tatsächlich zum Oberflächenabfluss kommenden Niederschlag darstellt. Er ergibt sich in Abhängigkeit des Versiegelungsgrades und der Bodenbeschaffenheit aus dem

fallenden Niederschlag abzüglich Versickerung und Oberflächenrückhalt durch Vegetation. An jedem Knoten des Berechnungsnetzes des hydraulischen Modells wird der Effektivniederschlag als Quellterm definiert. Der zeitliche Verlauf des Effektivniederschlags und dessen räumliche Verteilung in Abhängigkeit des Teilgebietes aus dem N-A-Modell werden dabei berücksichtigt.

Brander Bach im Norden, Mittelgrundbach im Süden und Olzmannntunnel im Osten stellen die Auslaufränder des Modells dar. Hier wird ein Energieliniengefälle von 100 ‰ vorgegeben, so dass Oberflächenflächenwasser, das hierhin gelangt, das Modell verlässt.

Da das Becken 1 im Dauerstau betrieben werden soll, wird hier ein Anfangswasserstand von 2 m vorgegeben. Simuliert werden ein 100- und ein 300-jähriges Niederschlagsereignis. Von den im N-A-Modell berechneten Niederschlägen wird jeweils die Dauerstufe $D = 1$ h verwendet, da sich hierfür die größten Scheitel des Effektivniederschlags ergeben. Im Anschluss an das eigentliche Niederschlagsereignis werden die hydraulischen Simulation noch um weitere 5 Stunden fortgesetzt, um den Abfluss des Oberflächenwassers zu ermöglichen.

3.2.4 Plausibilisierung

Die Plausibilisierung des Abflussverhaltens des hydraulischen Modells erfolgt durch einen Vergleich mit Ergebnissen des N-A-Modells. Im hydraulischen Modell wird die Oberflächenrauigkeit so angepasst, dass das Abflussverhalten des N-A-Modells getroffen wird. Die beste Übereinstimmung wird mit einer wasserstandsabhängigen Rauigkeit $k_{St} = 0,5/ 5/ 10 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ bei 0/ 0,1/ 1 m Wassertiefe erzielt. Für Häuserdächer wird eine konstante Rauigkeit von $k_{St} = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ angesetzt. In Abb. 3-3 ist der Gesamtabfluss aus dem RAW-Gelände für N-A- und hydraulisches Modell gegenübergestellt.

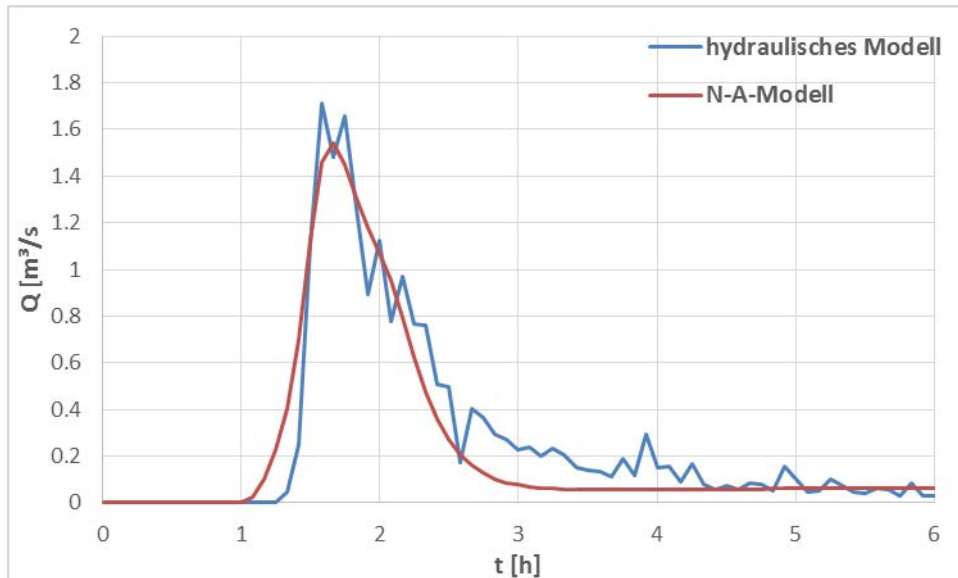


Abb. 3-3: Vergleich des Gesamtabflusses HQ_{100} aus dem RAW-Gelände im Ist-Zustand

3.3 Ergebnisse

In Anlage A sind die maximalen Wassertiefen für Ist- und Plan-Zustand, jeweils für HQ_{100} und HQ_{300} , im Untersuchungsgebiet dargestellt. Dabei treten keine wesentlichen Überlastungen des angesetzten Kanalsystems des RAW oder der JVA auf. Außerhalb des JVA-Geländes, wo Topografie von Ist- und Plan-Zustand übereinstimmen, gibt es keine bemerkenswerten Veränderungen der Wasserspiegellagen.

4 Bewertung

Die Berechnungen ergaben, dass die Regenrückhaltemaßnahmen der JVA mit ausreichend Reserven geplant sind, so dass es auch bei einem 300-jährigen Regenereignis rechnerisch nicht zur Überlastung der Becken kommt. Damit führt der Plan-Zustand auch nicht zu einer Verschlechterung gegenüber dem Ist-Zustand. Durch die Rückhaltung mit vergleichsweise kleinen Drosselabgaben kommt es im Plan-Zustand sogar zu einer hydraulischen Entlastung der Vorfluter.

Mit Verweis auf die großen zur Verfügung stehenden Rückhaltevolumen (auch des Falkensteiner Einschnittes) wurden in der Entwässerungskonzeption keine expliziten Notentlastungen vorgesehen. Sollte es dennoch zur Überlastung der Rückhaltebecken kommen, kommt es dadurch aufgrund der Geländetopografie allerdings zu unkontrollierten Überflutungen und ein Teil des Wasser würde gar nicht in Richtung Falkensteiner Einschnitt fließen. Es wird daher empfohlen gezielte Notwasserwege bei Überlastung der Rückhaltebecken vorzusehen, wofür zwei mögliche Varianten vorgeschlagen werden:

- Für eine **gezielte Entlastung des Beckens 1 nach Süden in den Mittelgrundbach** könnte die südliche Oberkante des Beckens abgesenkt werden. So wird das Wasser bei Überlastung nach Süden in den Falkensteiner Einschnitt geleitet und fließt von dort durch die Gleißquerung schließlich in den Mittelgrundbach.
- Für eine **gezielte Entlastung des Beckens 1 nach Norden in den Brander Bach** müsste ein durchgängiger Fließweg geschaffen werden. Z. B. über eine abgesenkte Beckenzufahrt könnte das Wasser nach Norden entlasten, von wo aus es in Richtung Mulden-Rigolen-System geleitet werden muss. Auch hier wäre eine Entlastung vorzusehen, beispielsweise ein Rohr zur Bülaustr. Über die Bülaustr. oder einen noch anzulegenden Graben würde das Wasser entsprechend dem Geländegefälle in den Brander Bach abfließen.

Außerdem wurde ein weiteres Problem festgestellt. Die Oberkante des Beckens 1, bei der es zur Notentlastung kommt, liegt bei 306,0 mNHN. Im Bereich des offenen Vollzuges auf der Ostseite der JVA liegt der niedrigste Schachtdeckel des Regenwassersystems jedoch bei 305,74 mNHN. Bevor es zu einer Notentlastung des Beckens 1 kommen kann, würde das Wasser also aus diesem Deckel herausdrücken. Zur Lösung könnte beispielsweise das Gelände des offenen Vollzuges angehoben werden, die Oberkanten von Becken 1 sowie Mulden-Rigolen-System abgesenkt werden oder der offene Vollzug wird an die Regenwasserleitung der Zufahrtstraße Richtung Westen angeschlossen (dieses Systems wurde in der vorliegenden Studie nicht untersucht).

Die vorgeschlagenen Änderungen liegen alle im Planungsgebiet der JVA und sind damit bei rechtzeitiger Berücksichtigung ohne erhebliche Zusatzkosten umsetzbar.

5 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es durch die großen Rückhalteräume auch bei den untersuchten Extremereignissen rechnerisch nicht zur Überlastung kommt. Um dennoch sicherzustellen, dass das Wasser bei Überlastung der Becken nicht unkontrolliert abfließt, sind gegenüber der bisherigen Planung allerdings Anpassungen erforderlich. Mit solchen Anpassungen, die alle im Maßnahmegebiet liegen, ist es möglich das Wasser bei Überlastung der Becken entweder gezielt in Richtung Mittelgrundbach oder gezielt in Richtung Brander Bach abzuleiten.

Die vorliegende Studie basiert auf dem Planungsstand vom 24.10.2016 der Entwässerungskonzeption der JVA. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde auf einige Defizite aufmerksam gemacht. Zudem befindet sich die Planung noch in Bearbeitung und ist ständigen Änderungen unterlegen. Es wird daher empfohlen die Funktionsfähigkeit der Entwässerung auch in den nachfolgenden Planungsphasen nachzuweisen.

Ansprechpartner:

Projektleiter: M.Sc. Dipl.-Ing. (FH) Tilo Sahlbach
Tel.: 0341 3076 6278
E-Mail: sahlbach@iws.htwk-leipzig.de

Projektbearbeiter:
Hydrologie: Dipl.-Ing. (FH) Frank Steinhäuser
Tel.: 0341 3076 7084
E-Mail: steinhaeuser@iws.htwk-leipzig.de

Hydraulik: Dipl.-Ing. Felix Marlow
Tel.: 0341 3076 7083
E-Mail: marlow@iws.htwk-leipzig.de

Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH
Kurt-Eisner-Straße 92
D-04275 Leipzig



Institut für Wasserbau und
Siedlungswasserwirtschaft

Leipzig, den 30.11.2016
Tilo Sahlbach

Anlagen

Anlage A Sturzfluten für Ist- und Plan-Zustand