

AUFTRAGGEBER:

VIC Planen und Beraten GmbH
NL Dresden
Ammonstr. 35
01067 Dresden



PROJEKT:

B 156 Ortsumgehung Niedergurig

**Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als
Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für
den Oberflächen- und Abfluss im Boden**

BEARBEITUNG:

Büro für Hydrologie und Bodenkunde
Gert Hammer



Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

ERGEBNISBERICHT

VORHABEN: B 156 ORTSUMGEHUNG NIEDERGURIG
HYDROLOGISCH/HYDRAULISCHES GUTACHTEN ALS
GRUNDLAGE DER BEMESSUNG VON AUFFANGMULDEN
FÜR DEN OBERFLÄCHEN- UND ABFLUSS IM BODEN

AUFTRAGGEBER: VIC PLANEN UND BERATEN GMBH
NL DRESDEN
AMMONSTR. 35
01067 DRESDEN

AUFTRAGNEHMER: BÜRO FÜR HYDROLOGIE UND BODENKUNDE
GERT HAMMER
BEETHOVENSTRASSE 3
01465 DRESDEN OT LANGEBRÜCK

DRESDEN, 01. September 2014

VERFASSER
Gert Hammer



Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	5
2	Verwendete Unterlagen.....	6
3	Lage des Untersuchungsgebietes.....	6
4	Hydrogeologische Verhältnisse.....	7
5	Angewendete Programme zur Beschreibung des Abflusses	8
5.1	Programm WaSiM-ETH.....	8
5.1.1	Funktionsweise.....	8
5.1.2	Eingangsparameter	12
5.2	Programm FEMVAR.....	15
5.2.1	Funktionsweise.....	15
5.2.2	Eingangsparameter	16
6	Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm WaSiM-ETH.....	20
6.1	Berechnete Abflüsse während der Langzeitsimulation an den Durchlässen 2, 3 und 4.....	20
6.2	Berechnete Abflüsse bei Starkregenereignissen mit 1-, 5- und 100-jährlichem Wiederkehrintervall für die Durchlässe 2, 3 und 4.....	21
6.3	Ergebnisse der Modellrechnungen zur Reduzierung des Wassergehaltes der obersten Bodenschicht (TEZG Durchlass 2).....	23
7	Zusammenfassung.....	24
8	Literatur	26



Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Eingangsparameter Bodenmodul WaSiM-ETH, Einzugsgebiet B 156 OU Niedergurig	14
Tab. 2: Niederschlagshöhen [mm] des KOSTRA-Atlas für das EZG der B 156 OU Niedergurig (Quelle: DWD)	15
Tab. 3: Bodenparameter Modell FEMVAR	19

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Modellstruktur des Programmes WaSiM-ETH (SCHULLA 2013)	10
Abb. 2 : Modellaufbau Programm FEMVAR	18
Abb. 3: Niederschläge [mm/h] der Klimastation Görlitz vom 01.01.10 - 31.10.10	20

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

1 Aufgabenstellung und Vorgehensweise

Die VIC Planen und Beraten GmbH plant im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Bautzen die Bundesstraße B 156 Ortsumgehung Niedergurig. Als Grundlage für die Entwässerungsplanungen werden Angaben über die Zuflüsse von benachbarten Einzugsgebietsflächen bei Starkniederschlägen benötigt, da die Trasse die Abflussbahnen eines angrenzenden Hanges quert. Um für den Hochwasserfall Vorsorge zur schadlosen Abführung des Oberflächen- und bodeninneren Abflusses zu treffen, sind deshalb hydrologisch/hydraulische Berechnungen durchzuführen. Bei den Untersuchungen sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Da im Untersuchungsgebiet oberflächennah gering durchlässige Schichten anstehen, kam es in der Vergangenheit wiederholt zu Vernässungen bzw. zu gesättigten Bodenverhältnissen. Zur Reduzierung des Wassergehaltes im Boden wurde deshalb ein Dränagesystem errichtet. Durch die geplante Trasse kann es zu einer Behinderung des Oberflächen- und bodeninneren Abflusses kommen, sodass möglicherweise ein zusätzlicher Aufstau bzw. gesättigte Bodenverhältnisse entstehen. Als Folge wären die geplanten Auffangmulden mit Wasser gefüllt, ohne dass Niederschlag fällt. Um die Wirksamkeit der Mulden prognostizieren zu können, muss deshalb der Bodenwasserhaushalt unter Berücksichtigung der vorhandenen Dränagen analysiert werden.
- Wenn kurzzeitiger Starkniederschlag auf teilgesättigte Bodenschichten mit geringer Mächtigkeit fällt, tritt eine schnelle Sättigung ein und der größte Teil des gefallenen Niederschlages wird oberflächlich abfließen. Bei kurzzeitigen Starkniederschlägen stellt deshalb der Sättigungsgrad des Bodens einen entscheidenden Einflussfaktor dar, der bei den Abflussberechnungen berücksichtigt werden muss.

Aussagen über den Abfluss bei Starkniederschlägen unter Berücksichtigung des Bodenwasserhaushaltes können mit Modellen erhalten werden, welche die Komponenten des Wasserhaushaltes wie Verdunstung, Interzeption, die Abflüsse auf der Landoberfläche, im Boden sowie im Grundwasserleiter unter Berücksichtigung von Dränagen nachbilden. Im Rahmen der vorliegenden Aufgabenstellung wurde das Programm WaSiM-ETH (SCHULLA 2013) zur Nachbildung des Abflusses sowie der Bodenwasserverhältnisse im Einzugsgebiet

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

angewendet. Um die Versickerungsverhältnisse im Boden nachvollziehen zu können, kam zusätzlich ein vertikalebene Modell zur Nachbildung der Strömungen in der ungesättigten Zone zum Einsatz (ASCHENBRENNNER 1991).

2 Verwendete Unterlagen

- DTK 10: 4852-SO, 4853-SW, Genehmigungsnummer: 4953/13.21.14.2107007
- ATKIS-DGM2, Genehmigungsnummer: 4953/13.21.14.2107007
- Digitale Bodenkarte von Sachsen, Ausgabe 2012
- Bodenkzeptkarte BKkonz, Blatt 4852 u. Blatt 4853, Ausgabe 2006
- Geologische Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete, M 1:50.000, Blatt Niesky, Landesamt für Umwelt und Geologie Sachsen, 1994
- Lithofazieskarten Quartär, M 1:50.000, Blatt Niesky, Zentrales Geologisches Institut Berlin 1974/75
- Altbohrungen im Untersuchungsgebiet, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Erfassungsprogramm UHYDRO (Stand: 06/2014)
- Übersichtslageplan B 156 OU Niedergurig, M 1:25:000, Straßenbauamt Bautzen 24.06.2008
- Baugrundgutachten "B 156 - Ortsumgehung Niedergurig", IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH Bautzen, 08.01.2013
- Hydrogeologischer Zwischenbericht für den Vorentwurf „B 156 - Ortsumgehung Niedergurig“, IFG Ingenieurbüro für Geotechnik GmbH Bautzen, 05.11.2013
- Biotoptypen- und Landnutzungskartierung im Freistaat Sachsen, Stand: 2005, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

3 Lage des Untersuchungsgebietes

Das Untersuchungsgebiet befindet sich nordöstlich der Stadt Bautzen und schließt unmittelbar an die Talsperre Bautzen an. Hier ist das Gelände bei Höhen von 150 bis 200 m ü. NHN relativ eben bis leicht wellig. Hauptvorfluter des Gebietes ist die Spree, die ca. 500 m östlich der geplanten Ortsumgehung von Südwesten nach Nordosten fließt.

Der ca. 2,6 km langen Neubaustrecke (von Bau-km 0+000 bis Bau-km 2+600) fließt Wasser

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

aus einem Einzugsgebiet von ca. 4 km² Flächengröße zu (Anlagen 1 und 2), welches sich bis westlich der Ortslagen Quatitz und Kleindubrau erstreckt. Weiterhin reicht das Einzugsgebiet von der Talsperre Bautzen im Süden bis nördlich an den Weg zwischen Kleindubrau und Briesing.

Neben den Ortschaften Quatitz und Kleindubrau befindet sich noch die Ortslage Jeschütz im Einzugsgebiet. Des Weiteren wird das Untersuchungsgebiet durch mehrere Straßen und Wege zerschnitten; davon münden die S 107 aus Jeschütz und der Verbindungsweg aus Kleindubrau westlich in die Bundesstraße B 156. Zur Ableitung des von Westen zur Neubaustrecke zufließenden Wassers sind Durchlässe geplant. Im Rahmen des Gutachtens soll untersucht werden, welche Wassermengen die Durchlässe 2 (Bau-km 0+900), 3 (Bau-km 1+800) und 4 (Bau-km 2+200) aufnehmen bzw. wie sie dimensioniert werden müssen. Die 3 Durchlässe fassen das Wasser folgender Einzugsgebietsflächen:

- Durchlass D 2 2,166 km²
- Durchlass D 3 0,995 km²
- Durchlass D 4 0,865 km²

4 Hydrogeologische Verhältnisse

Die hydrogeologischen Verhältnisse zur Bestimmung der Abflussprozesse wurden auf der Grundlage der Lithofazieskarte Quartär, der Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete Sachsen, Blatt Niesky (Anlage 3.1) sowie der Altaufschlüsse im Bohrarchiv des LfULG und der durchgeführten Baugrunduntersuchungen (IFG GMBH 2013, Anlage 3.4) abgeleitet.

Infolge der großen Reliefenergie des Grundgebirges sind im Untersuchungsgebiet die unterschiedlichsten Sedimente des Tertiärs und Quartärs abgelagert worden. Oberflächennah steht das Festgestein als Granodiorit an der Talsperre Bautzen an, während es im Norden kaolinisch verwittert erbohrt wurde.

Ablagerungen des Tertiärs sind im Gebiet zwischen den Ortslagen Jeschwitz und Kleindubrau nachgewiesen. Hier handelt es sich um Tone, Schluffe und Feinsande der Briesker Schichten, die mit Braunkohle durchsetzt sind. Östlich schließen sich an diese Schichten fluviatile Schluffe bzw. Tallehme des Weichselglazials an. Während diese Schichtfolge wie auch die Sedimente der Briesker Folge schlechte Grundwasserleiter darstellten, ist die Wasserdurchlässigkeit der Schichten südlich von Jeschütz deutlich besser.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Hier wurden Talsande sowie fluviatile Sande eines frühen weichelzeitlichen Stromes abgelagert, die entsprechend der Untersuchungen durch die IFG GMBH (2013) Durchlässigkeitsbeiwerte von $1 \cdot 10^{-4}$ m/s besitzen. Die Schichten werden jedoch entsprechend der ausgewerteten Aufschlüsse in IFG GmbH (2013) und der Altaufschlüsse aus dem Bohrchiv des LfULG von Gehängelehm überdeckt. In Anlage 3.4 sind die hydrogeologischen Verhältnisse im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes dargestellt. Die Durchlässigkeit des Gehängelehmes beträgt - wie auch die Durchlässigkeiten der schluffig, tonigen Schichtenfolgen im nördlichen Teil des Einzugsgebietes - $1 \cdot 10^{-6}$ bis $1 \cdot 10^{-8}$ m/s. Das Grundwasser fließt demzufolge bevorzugt in den fluviatilen Talsanden des Weichselglazials, während die übrigen tonigen, schluffigen Schichten zwar Grundwasser aufnehmen und speichern, es erfolgt aber nur eine sehr geringe Fließbewegung. In den fluviatilen Talsanden ist dagegen entsprechend der in IFG GMBH (2013) festgestellten Grundwasserständen eine deutliche Fließbewegung in nordöstliche Richtung zu erkennen. Weiterhin verdeutlichen die durchgeführten Messungen, dass sich Grundwasserstände temporär nur gering verändern. Der Einfluss der Spree ist besonders während Hochwassersituationen auf die unmittelbar benachbarten Grundwasserstände zu beobachten. Am Standort der Neubaustrecke ist der Einfluss jedoch vernachlässigbar.

5 Angewendete Programme zur Beschreibung des Abflusses

5.1 Programm WaSiM-ETH

5.1.1 Funktionsweise

Mit dem Programm WaSiM-ETH kann der Wasserhaushalt von Einzugsgebieten an der Oberfläche, in der ungesättigten Bodenzone sowie im Grundwasser für verschiedene Zeitebenen nachgebildet werden. Es ist für den mikro- oder mesoskaligen Bereich einsetzbar. Die Lösung erfolgt flächendifferenziert, d. h. das Einzugsgebiet wird in ein regelmäßiges Gitter aus Rechteckelementen unterteilt und für jedes Element werden Bilanzrechnungen der einzelnen wasserhaushaltlichen Größen durchgeführt. Des Weiteren ist die Simulation der räumlichen Verteilung der klimatologischen Größen entsprechend der Geländetopografie möglich. Der Niederschlag wird zusätzlich windabhängig linear korrigiert, wobei die Ausgangswerte für die Strahlung und Temperatur entsprechend des digitalen Geländemodells und des Sonnenstandes variiert werden.

Weiterhin berücksichtigt das Programm, dass durch den fallenden Niederschlag zunächst der

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Interzeptionsspeicher (Speicher durch die Vegetationsdecke) aufgefüllt wird. Die Größe dieses Speichers wird entsprechend des Blattflächenindexes ermittelt (HOYNINGEN-HUENE 1981). Die Entleerung erfolgt durch potenzielle Verdunstung (Verdunstung bei max. Wasserdargebot).

Die potenzielle und reale Verdunstung (Verdunstung mit begrenztem Wasserdargebot) von Landflächen wurde nach der Beziehung von PENMAN-MONTEITH in das Programm implementiert. Für die Berechnungen in Tagesschrittweiten stehen zudem die Verfahren von HAMON & WENDLING in WENDLING (1975) und HAUDE zur Verfügung.

Die Modellstruktur des Programms WaSiM-ETH ist in Abbildung 1 dargestellt.

Projekt: B 156 Ortsumgebung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

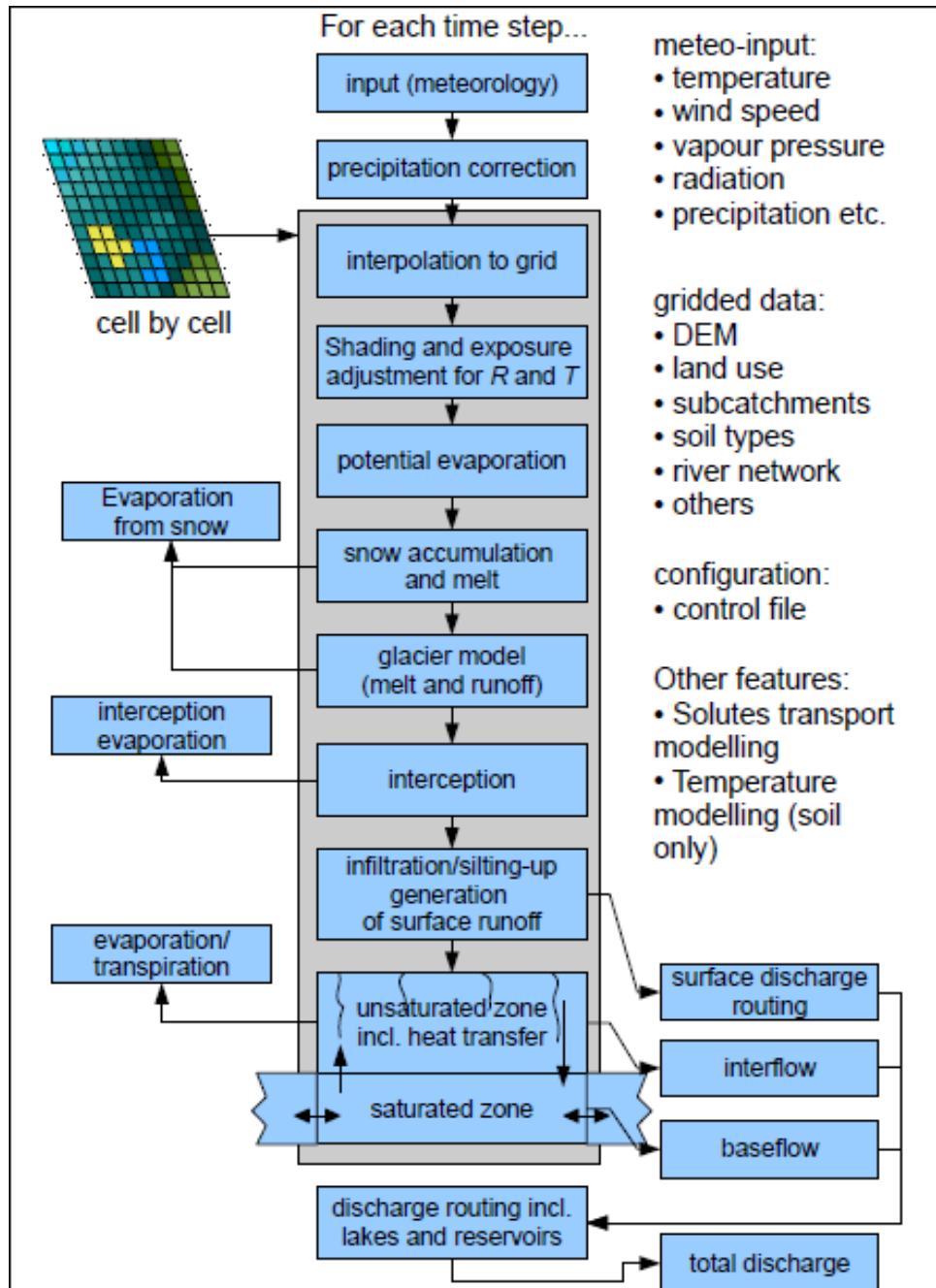


Abb. 1: Modellstruktur des Programmes WaSiM-ETH (SCHULLA 2013)

Ausführlich wird das Modell in SCHULLA & JASPER (1998) und SCHULLA (2013) beschrieben. Die bisherige Darstellung soll nur einen kurzen Überblick liefern. Ausführlich wird nachfolgend das Bodenmodell beschrieben, da der Wassergehalt des Bodens den entscheidenden Faktor für die Bildung von Oberflächenabfluss und damit für die Entstehung

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

von Hochwasserabflüssen ist.

Das Programm wendet für die Modellierung der Wasserflüsse in der ungesättigten Bodenzone die Richards-Gleichung für jede Gridzelle an, sodass vertikal entsprechend der Mächtigkeit des Bodens eine Säule angenommen und die Wasserbewegung eindimensional nachvollzogen wird. Die einzelnen Bodensäulen werden dabei vertikal in Schichten unterteilt. Gesteuert wird der Wasserfluss in der ungesättigten Zone durch das Gravitations- und Saugspannungspotential entsprechend der Kapillarität des Bodens. Beide Potentiale sind entgegen gerichtet (Gravitationspotential positiv nach unten, Saugspannungspotential negativ nach oben). Überwiegt die Saugspannung, erfolgt kapillarer Aufstieg. Überwiegt Gravitation, erfolgt die Wasserbewegung zum Grundwasser. Die Saugspannung als auch die Durchlässigkeit im ungesättigten Boden sind vom Wassergehalt des Bodens abhängig. Je größer der Wassergehalt desto größer wird die Durchlässigkeit. Ebenso wird die Saugspannung größer (positiver). Die Beziehungen sind nichtlinear. Zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen Saugspannung und Wassergehalt sowie zwischen Durchlässigkeit und Wassergehalt liegen eine Reihe von Beziehungen vor. Im Programm WaSiM-ETH wird die Beziehung von van Genuchten angewendet. Diese Beziehung gestattet die Ermittlung von Durchlässigkeit und Saugspannung aus dem Wassergehalt unter der Voraussetzung, dass für die einzelnen Bodenarten Werte für den Wassergehalt bei Sättigung, für den Restwassergehalt, für die gesättigte Durchlässigkeit sowie die empirischen Parameter a und n vorliegen. Im Programm WaSiM-ETH wird davon ausgegangen, dass die Durchlässigkeit mit der Tiefe abnimmt. Demzufolge ist zusätzlich ein Faktor für die Abnahme notwendig.

Als Randbedingungen für die eindimensionalen vertikalen Wasserbewegungen in den einzelnen Bodensäulen werden oben die Versickerung (Infiltration) sowie unten der Grundwasserspiegel angenommen. Bei der Infiltration wird davon ausgegangen, dass bis zur Sättigung der gesamte Niederschlag vom Boden aufgenommen wird (PESCHKE 1977). Erst wenn die oberste Bodenschicht gesättigt ist, wird die Infiltration durch die gesättigte Durchlässigkeit des Bodens begrenzt. Als Folge entsteht Oberflächenabfluss, der zu Hochwasserspitzen führt.

Wenn in einer Schicht der Bodensäule entsprechend dem Wassergehalt ein Gleichgewicht zwischen Saugspannungs- und Gravitationspotential vorhanden ist, bedeutet dies, dass sich in dieser Schicht der Grundwasserstand befindet und die Strömung wird dann zweidimensional mit einem Grundwassermodell betrachtet, dessen Lösungsverfahren dem des Programms MODFLOW entspricht.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Da die Strömung in der ungesättigten Zone vertikal eindimensional berücksichtigt wird, können horizontale Strömungskomponenten (Interflow) mit dem Programm nur empirisch berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass Interflow entsteht, wenn die Saugspannung in einer Schichten der Bodensäule größer (bzw. absolut kleiner) als $-3,45$ m ist. Der maximale Interflow wird berechnet aus der Differenz des Wassergehaltes der Schicht zum Wassergehalt bei einem Wert der Saugspannung von $-3,45$ m für den entsprechenden Boden. Nachfolgend wird der maximale Interflow entsprechend der Durchlässigkeit der Bodenart sowie des vorhandenen Gefälles reduziert.

5.1.2 Eingangsparameter

Grundlage für die Analyse der Niederschlags-Abflussprozesse im Einzugsgebiet eines Gewässersystems bildet das digitale Geländemodell. Da die Morphologie eine der wichtigsten Gebietseigenschaften für die Bildung der Abflusskomponenten ist, kommt der digitalen Abbildung des Geländes eine besondere Bedeutung zu.

Die Aufbereitung der digitalen Höhendaten ist einerseits durch konventionelle und freie geografische Informationssysteme (ARC/View, TNT-MIPS, GRASS, SAGA etc.) möglich, kann aber auch mit dem MODUL TANALYS des Programms WaSiM-ETH erfolgen. Neben dem Gefälle und der Exposition können mit Hilfe dieses Moduls aus dem digitalen Höhenmodell weitere hydrologisch relevante Strukturen und Beziehungen extrahiert werden. Dazu zählen insbesondere die Fließrichtung und die Fließwege des Oberflächenabflusses für bestimmte Fließzeiten, die Einzugsgebiete von einzelnen Rasterelementen, das Flussnetz sowie die Teileinzugsgebietsgrenzen. Die Teileinzugsgebiete stellen für das Niederschlags-Abflussmodell die Bilanzzonen dar. Das Ergebnis der morphologischen Analyse ist ein Fließpfadnetz, dessen Baustruktur eine Einteilung in Fließpfade unterschiedlicher Ordnung ermöglicht, wobei sich damit auch Teileinzugsgebiete unterschiedlicher Ordnung ausgeben lassen. Rasterzellen, die nicht zu einem bestimmten Fließpfad hin entwässern, gehören nicht zu dem Einzugsgebiet des jeweiligen Fließpfades. Je nachdem wie genau die Abflüsse über die Fließstrecke aufgeschlüsselt werden sollen, muss ein Ausgaberraster für die zugehörigen Teileinzugsgebietsordnungen als Eingangsdatei im NA-Modell gewählt werden.

Die Abgrenzung der Teilflächen wird somit ausschließlich anhand der Morphologie vollzogen unabhängig davon, ob die bodenkundlichen oder geologischen Verhältnisse die Abflusskonzentration zulassen. Des Weiteren benötigt das Programm WaSiM-ETH Angaben

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

über die bodenkundlichen Verhältnisse, d. h. eine Indexzuordnung für die verschiedenen Bodentypen bzw. -arten im Einzugsgebiet entsprechend der genannten Parameter von van Genuchten.

Bei der Landnutzung bedarf es wie bei der Bodenzuordnung einer Indexverteilung. WaSiM-ETH unterscheidet folgende Nutzungsklassen:

- Siedlungen / Verkehrswege
- Gartenflächen
- Gehölze / Sträucher
- Nadelwald
- Laubwald
- Mischwald
- Acker
- Grünland
- Fels
- Wasserflächen

Abschließend werden für die Berechnung von Hochwasserereignissen Starkniederschläge als entscheidende meteorologische Kenngröße benötigt. Weitere Parameter wie: Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Globalstrahlung besitzen nur bei Langzeitsimulationen Bedeutung. Wenn Abflüsse von Niederschlagsereignissen entsprechend des KOSTRA-Atlases ermittelt werden sollen, ist es ausreichend, für diese Einflussgrößen nur realistische Annahmen für konvektive Starkniederschläge im Sommer anzunehmen.

Die Höheninformationen wurden durch den Auftraggeber bzw. vom Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung in Form eines ATKIS-DGM2 zur Verfügung gestellt, sodass ein digitales Geländemodell mit einer Auflösung von 2 m x 2 m und einer Höhengenaugigkeit von +/- 0,2 m erstellt werden konnte.

In Anlage 1 sind die digitalen Höhendaten grafisch aufbereitet. Die höchsten Erhebungen im Einzugsgebiet mit über 200 m ü. NHN werden in der Ortslage Kleindubrau erreicht. Bis zur Bundesstraße fällt das Gelände mit einem durchschnittlichen Gefälle von 2 bis 3 % auf 150 bis 155 m ü. NHN ab.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Entsprechend dem digitalen Höhenmodell erfolgte die Einteilung in Teileinzugsgebiete wie in Anlage 2.1 dargestellt. Die Zuordnung der einzelnen Teileinzugsgebiete zu den Durchlässen enthält Anlage 2.2.

Aus der Darstellung der Fließpfade in Anlage 2.1. wird deutlich, dass Niederschlagswasser aus den Teileinzugsgebieten zur Bundesstraße B 156 fließen und von hier zu den Durchlässen. Wegen der kurzen Fließwege des Niederschlagswassers zur Bundesstraße bzw. zu den Durchlässen gegenüber der Länge der Fließwege in den übrigen Teileinzugsgebieten besitzen diese Teileinzugsgebiete keine Bedeutung für die Hochwasserentwicklung.

Die Parameter der einzelnen Bodenarten, wie sie bei der Modellierung angewendet wurden und in Anlage 3.3 dargestellt sind, finden sich hingegen in der nachfolgenden Tabelle 1.

Bodenart	Wassersättigung	Restsättigung	ges. hydraul. Leitfähigkeit	Van Genuchten-Parameter	
				α	n
			[m/s]	[1/m]	
SI	0,44	0,065	$1 \cdot 10^{-5}$	7,50	1,89
Ls	0,41	0,067	$9 \cdot 10^{-6}$	7,00	1,85
L	0,43	0,078	$6 \cdot 10^{-6}$	1,80	1,39
Lu	0,45	0,065	$8 \cdot 10^{-6}$	2,00	1,41

Tab. 1: Eingangsparameter Bodenmodul WaSiM-ETH, Einzugsgebiet B 156 OU Niedergurig

Die Ausweisung der Landnutzung im Einzugsgebiet bzw. die Klassifizierung der Nutzung entsprechend WaSiM-ETH (Anlage 2.3) erfolgte auf der Grundlage der Biotoptypen- und Landnutzungskartierung im Freistaat Sachsen, Stand: 2005, die vom Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie zur Verfügung gestellt wurde.

Der überwiegende Teil des Untersuchungsgebietes wird landwirtschaftlich genutzt. Nur in den Bereichen der Ortslagen Quatitz, Jeschütz und Kleindubrau sind Siedlungsflächen mit Garten und Gehölzen vorhanden (Anlage 2.3).

Die Abflussverhältnisse wurden sowohl auf der Grundlage einer Langzeitsimulation für den Zeitraum vom 01.01. bis 31.10.2010 mit Stundenwerten der DWD-Klimastation Görlitz nachgebildet (Niederschläge in Abb. 3); des Weiteren erfolgte die Modellierung von Starkniederschlagsereignissen basierend auf den Angaben im KOSTRA-Atlas (Tab. 2).

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Ereignis- dauer	Wiederkehrintervall [a]					
	2	5	10	20	50	100
5 min	7,1	9,8	11,9	13,9	16,6	18,7
10 min	10,9	14,4	17,1	19,7	23,2	25,9
15 min	13,4	17,5	20,6	23,7	27,9	31,0
30 min	17,8	23,2	27,3	31,4	36,8	40,9
60 min	21,8	28,9	34,3	39,6	46,7	52,0
2 h	25,8	33,7	39,7	45,7	53,6	59,5
6 h	33,7	43,2	50,3	57,4	66,9	74,0
12 h	40,0	50,5	58,5	66,5	77,0	85,0
24 h	54,8	67,7	77,5	87,3	100,2	110,0
48 h	67,8	84,7	97,5	110,3	127,2	140,0

Tab. 2: Niederschlagshöhen [mm] des KOSTRA-Atlas für das EZG der B 156 OU Niedergurig (Quelle: DWD)

Bei der zeitlichen Verteilung des Niederschlags während eines Ereignisses wurde entsprechend der DVWK-Empfehlung verfahren (DVWK 1984). Die dreistufige Verteilung trägt dem Umstand Rechnung, dass in der Realität die Niederschlagsintensität über ein Niederschlagsereignis nicht gleichbleibend ist, sondern Intensitätsspitzen aufweist. In den ersten 30 % der Niederschlagsdauer fallen 20 % des Niederschlages, während in den nachfolgenden 20 % die Hälfte des Niederschlages fällt. Bis zum Ende des Regenereignisses werden die restlichen 30 % der Niederschlagshöhe gleichmäßig aufgeteilt.

5.2 Programm FEMVAR

5.2.1 Funktionsweise

Zur Ermittlung von Abflüssen in Einzugsgebieten, wie im vorliegenden Fall, eignet sich insbesondere das Programm WaSiM-ETH. Da aber entlang des Bauabschnittes im Verbreitungsgebiet von fluviatilen Sanden (Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+900) auch eine potenzielle Versickerung von Niederschlag in Mulden und Gräben möglich ist, ist in diesem Bereich eine detailliertere Betrachtung des Bodenwasserhaushaltes notwendig. Diese Untersuchungen sind mit dem Programm WaSiM-ETH nur bedingt möglich, da mit dem NA-Modell die Strömung in der ungesättigten Zone nur eindimensional nachvollzogen wird. Zur Modellierung der Abflüsse größerer Gebiete, für die das Programm WaSiM-ETH vorgesehen ist, stellt die Nachbildung der Strömung in der ungesättigten Zone vertikal eindimensional kein Hindernis dar; da in größeren Gebieten die Wasserbewegung in der ungesättigten Zone

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

dominant durch vertikale Bewegung bestimmt wird. Im Nahbereich wasserwirtschaftlicher Anlagen wie Gräben und Versickerungsmulden besitzt jedoch auch die horizontale Fließbewegung Bedeutung. Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren Programme entwickelt, die die Strömung sowohl in der gesättigten als auch in der ungesättigten Bodenzone mehrdimensional berücksichtigen: HYDRUS 2D (SIMUNEK et al. 1999), FEMVAR (ASCHENBRENNER 1991).

Zur Modellierung der Wasserbewegung unmittelbar westlich des Neubaus der B 156 im Streckenabschnitt von Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+900 wurde deshalb eine modifizierte Form des Programms FEMVAR angewendet. Mit Hilfe dieses Programms kann die Wasserbewegung durch die Richards-Gleichung in zweidimensionaler Form (vertikaleben) beschrieben werden. Um die Lage der einzelnen Bodenschichten besser widerspiegeln zu können, wurde zur Lösung der Gleichung nicht das Finite Differenzenverfahren mit starren Elementen angewendet, sondern das Finite Elementeverfahren. Wie in Abbildung 2 dargestellt, lässt sich mit dem Verfahren unter Anwendung von flexiblen Drei- und Viereckselementen die Lagerung der einzelnen Schichten ausreichend widerspiegeln. Neben der vertikalen Lagerung der Schichten sowie der geohydraulischen Parameter gemäß dem van Genuchten-Modell sind für das Modell Randbedingungen notwendig. Im Programm FEMVAR ist die Anwendung von Randbedingungen 1. Art (konstante Potentiale) und 2. Art (konstante Zu- und Abflüsse) zeitvariabel möglich.

Die Parameter für das van Genuchten-Modell können für einzelne Bodenarten durch Pedotransferfunktionen ermittelt werden. Allerdings sind Pedotransferfunktionen außer von der Bodenart auch vom Klima und der mineralogischen Zusammensetzung des Bodens abhängig. Funktionen für Mitteleuropa sind in PACHEPSKY & RAWLS (2004) angegeben. Für die Planung von Versickerungsanlagen liefert die Parameterermittlung mit Hilfe von geoelektrischen Verfahren (geoelektrische Tomographie, HADZICK et al. 2011) derzeit die realistischeren Ergebnisse.

5.2.2 Eingangsparmeter

Aus der Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse wurde deutlich, dass nur im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes, Bau-km 0+000 bis Bau-km 0+900, wo fluviatile Sande der Weichselkaltzeit im Untergrund dominieren, die Versickerung von Niederschlagswasser möglich ist. Im nördlichen Teil, von Bau-km 0+900 bis Bau-km 2+600

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

ist bei den vorhandenen Tallehmen die Versickerung von Niederschlagswasser nicht zu empfehlen. Außerdem werden in diesem Bereich des Einzugsgebietes die oberen Bodenhorizonte bereits durch Dränagen entwässert, sodass weitere Maßnahmen nicht notwendig sind, um den Wassergehalt der oberen Schichten zu reduzieren und damit das Infiltrationsvermögen zu erhöhen.

Um im südlichen Teil die Abflussverhältnisse besser nachvollziehen zu können, wurde die Wasserbewegung im Boden während eines Niederschlagsereignisses von 24 Stunden bis 30 Tage nach dem Ereignis mit Hilfe des Programms FEMVAR nachvollzogen. Die Simulation der Wasserbewegung wurde für ein vertikalebene Modellgebiet zwischen dem Aufschluss B...1...1993 und der Baugrundbohrung BP 12 entsprechend des hydrogeologischen Schnittes in Anlage 3.4 durchgeführt. Der Modellaufbau ist in Abb. 2 dargestellt.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den Oberflächen- und Abfluss im Boden

hier: **Ergebnisbericht**

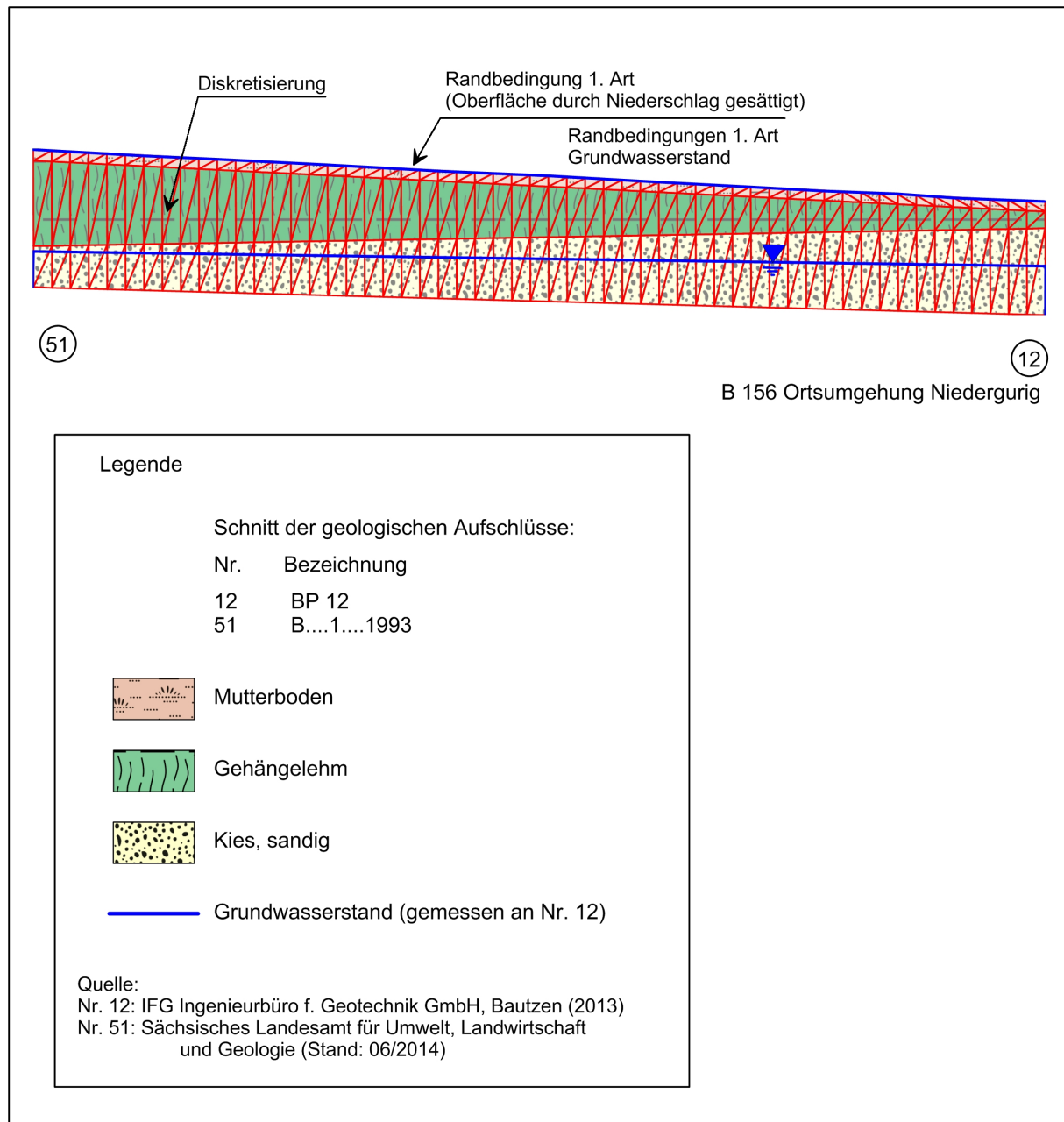


Abb. 2 : Modellaufbau Programm FEMVAR

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Aus Anlage 3.4 wird deutlich, dass die Schichtenfolgen Mutterboden aus sandigem Lehm, Gehängelehm und fluviatile Sande der Weichselkaltzeit den Wasserhaushalt im oberen Bereich des Modellgebietes beeinflussen. Die Schichten wurden mit Hilfe von Dreieckselementen diskretisiert (Abb. 3) und folgende Parameter gemäß dem van Genuchten-Modell zugeordnet.

Bodenart	Wassersättigung	Restsättigung	ges. hydraul. Leitfähigkeit	Van Genuchten-Parameter	
				α	n
	[Vol. %]	[Vol. %]	[m/s]	[1/m]	
Ls	0,44	0,065	$1 \cdot 10^{-5}$	7,50	1,89
S	0,35	0,045	$1 \cdot 10^{-4}$	14,50	2,68
GL	0,46	0,034	$1 \cdot 10^{-6}$	1,60	1,37

Tab. 3: Bodenparameter Modell FEMVAR

Weiterhin wurden die Grundwasserstände als konstante Potentiale vereinbart (Randbedingung 1. Art). Der im Intervall von 24 Stunden gefallene Niederschlag führt zur Sättigung der obersten Bodenschicht, was ebenfalls eine Randbedingung 1. Art darstellt.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

6 Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem Programm WaSiM-ETH

6.1 Berechnete Abflüsse während der Langzeitsimulation an den Durchlässen

2, 3 und 4

Um Hinweise über die Abflussverhältnis im Untersuchungsgebiet zu erhalten, wurde zunächst eine Langzeitsimulation der Abflüsse für den Zeitraum vom 01.01.2010 bis zum 31.10.2010 in Stundenintervallen mit den Klimadaten der DWD-Station Görlitz durchführt. Die Niederschlagsdaten dieser Periode sind in Abb. 3 veranschaulicht. Infolge der westlicheren Lage des Untersuchungsgebietes wurden die Werte um 10 % erhöht.

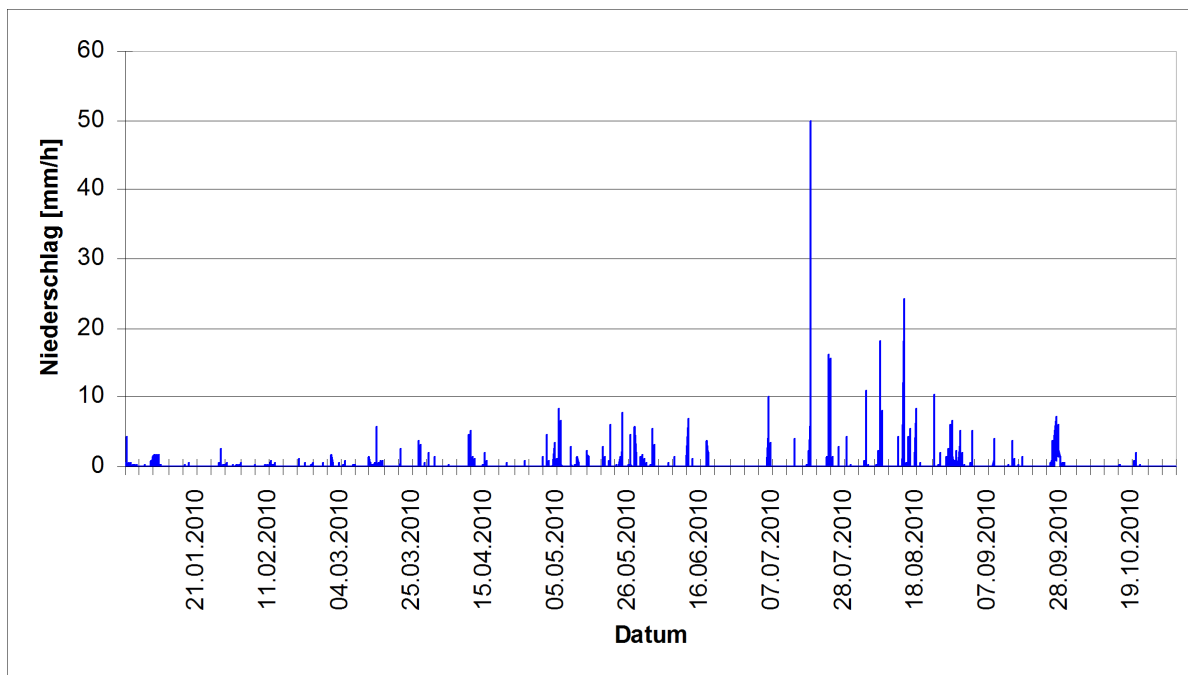


Abb. 3: Niederschläge [mm/h] der Klimastation Görlitz vom 01.01.10 - 31.10.10

Aus der Abbildung ist zu erkennen, dass Niederschläge mit Intensitäten über 10 mm/h mehrfach in den Monaten Juli und August 2010 auftraten. Der höchste Wert wurde am 18.07.2010 mit 49,78 mm/h erreicht.

In den Anlagen 4.1 sind die Ergebnisse der Abflussberechnungen für die Durchlässe 2 (TEZG 30), 3 (TEZG 21) und 4 (TEZG 11) dargestellt. Aus den Grafiken wird zunächst deutlich, dass die Scheitelabflüsse sehr kurz sind und durch Oberflächenabfluss erzeugt werden. Zwischenabfluss und Grundwasserabfluss besitzen beim Hochwasserabfluss nur eine untergeordnete Bedeutung. Demzufolge wird durch die Dränagen zwar der Bodenwasserhaushalt im nördlichen Teil des Einzugsgebietes gesteuert; zum

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Hochwasserabfluss leisten sie jedoch wegen der geringen Durchlässigkeit des Untergrundes nur einen vernachlässigbaren Beitrag.

Weiterhin veranschaulichen die Anlagen 4.1, dass in der Zeit vom 01.01.2010 bis 17.07.2010 an allen 3 Durchlässen die Scheitelabflüsse gering sind. Erst mit dem Starkniederschlag vom 18.07.2010 treten höhere bzw. Spitzenabflüsse auf. Bemerkenswert ist aber auch, dass am 27.10.2010 sehr hohe Abflüsse berechnet wurden, obwohl die Niederschlagshöhe gegenüber den vorangegangenen Ereignissen mit ca. 7 mm/h gering ist. Die hohen Abflüsse entstehen demzufolge bevorzugt durch die Sättigung des Bodens. Durch die Niederschläge im Spätsommer ist der Sättigungsgrad des Bodens sehr hoch, sodass bei Niederschlägen nur noch eine geringe Menge Wasser aufgenommen werden kann und Oberflächenabfluss entsteht. Demzufolge wird die Höhe der Scheitelabflüsse nicht nur durch die Niederschlagsintensität, sondern auch durch den Sättigungsgrad des Bodens bestimmt.

Beim Vergleich der Abflüsse aus den 3 Einzugsgebieten konnten die größten Abflussspitzen für den Durchlass 2 ermittelt werden. Die höheren Abflüsse resultieren einerseits aus dem gegenüber den anderen beiden Durchlässen drei Mal größeren Einzugsgebiet. Außerdem liegen im Einzugsgebiet die versiegelten Flächen der Orte Quatitz und Jeschütz, wo sehr viel Oberflächenabfluss gebildet wird.

6.2 Berechnete Abflüsse bei Starkregenereignissen mit 1-, 5- und 100-jährlichem Wiederkehrintervall für die Durchlässe 2, 3 und 4

Bei der Modellierung von Abflüssen verursacht durch Starkregenereignisse wurde von einer mittleren Bodenfeuchte ausgegangen. Die Untersuchungen wurden für Wiederkehrintervalle von 2 – 100 Jahren und Niederschlagsdauern von 5 Minuten bis 48 Stunden durchgeführt, um die Ereignisse mit den größten Spitzenabflüssen ausgrenzen zu können. Unberücksichtigt blieben hingegen die lokalen Variabilitäten bei konvektiven Starkniederschlägen. Im Ergebnis wurden für eine Niederschlagsdauer von 30 min die größten Scheitelabflüsse festgestellt (Anlage 4.2).

Beim Ereignis mit 1-jährlichem Wiederkehrintervall konnte am Durchlass 2 eine Abflussspitze von 123 l/s festgestellt werden (Anlage 4.2.1), während am Durchlass 3 der Spitzenabfluss mit maximal 12 l/s wesentlich geringer ist. Für den Durchlass 4 wurde bei diesem Ereignis

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

kein Abfluss festgestellt. Möglicherweise kann bei höherer Bodenfeuchte auch an diesem Durchlass ein Abfluss entstehen, dessen Scheitel jedoch nicht größer ist als am Durchlass 3. Die in Anlage 4.2.2 dargestellten Abflüsse dokumentieren eine ähnliche Tendenz. Am Durchlass 2 tritt der größte Scheitel mit 345 l/s auf, während am Durchlass 3 nur 48 l/s zu erwarten sind. Am Durchlass 4 wurde bei mittlerer Bodenfeuchte ebenfalls kein Abfluss ermittelt, jedoch wird auch hier bei größerer Bodenfeuchte Abfluss zu erwarten sein, der ähnliche Werte erreicht wie am Durchlass 3.

Die Ergebnisse für das 30 min-Ereignis mit 100-jährlichem Wiederkehrintervall verdeutlichen, dass am Durchlass 2 Abflüsse über 4.000 l/s auftreten können, während an den Durchlässen 3 und 4 die Scheitelabflüsse 860 und 440 l/s betragen (Anlage 4.2.3).

Aus den Berechnungsergebnissen wird deutlich, dass die Abflussspitzen durch Oberflächenabfluss erzeugt werden, dessen Größe neben der Höhe der Niederschläge auch durch das Infiltrationsvermögen und den Wassergehalt der Böden sowie durch die Größe der versiegelten Flächen im Einzugsgebiet bestimmt wird. Die großen Abflussspitzen im Einzugsgebiet des Durchlasses 2 werden u. a. durch die versiegelten Flächen der Orte Quatitz und Jeschütz verursacht, aber auch der Wassergehalt des Bodens hat hier wesentlichen Einfluss. Aus diesem Grund wurde in einer weiteren Modellrechnung eine Maßnahme untersucht, um den Bodenwassergehalt und damit den Abfluss für diesen Durchlass zu reduzieren.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

6.3 Ergebnisse der Modellrechnungen zur Reduzierung des Wassergehaltes der obersten Bodenschicht (TEZG Durchlass 2)

Den vorhandenen Aufschlüssen konnte entnommen werden, dass im Teileinzugsgebiet des Durchlasses 2 fluviatile Sande mit guter Durchlässigkeit lagern (Anlage 3.4). Darüber befindet sich eine Gehängelehmschicht, die an der B 156 Mächtigkeiten von 0,2 bis 0,4 m erreicht.

Infolge der Gehängelehmablagerung ist die Infiltration von durchsickerndem Oberflächenabfluss zum Grundwasser stark eingeschränkt, sodass sich in dem darüber lagernden Mutterboden aus sandigem Lehm bei Starkniederschlagsereignissen schnell höhere Wassergehalte einstellen werden. Diese Erhöhung des Wassergehaltes in der obersten Bodenschicht wird durch den Neubau der B 156 noch verstärkt, da der horizontale Interflow unterbrochen ist. Infolgedessen sind Vernässungserscheinungen westlich der Bundesstraße unvermeidbar. Zudem würde sich in den Auffanggräben ein ständiger Wasserstand ausbilden, sodass sie ihre eigentliche Funktion nicht mehr erfüllen können. Zur Lösung der Probleme wurde deshalb untersucht, welche Auswirkung der Aushub des Gehängelehmes sowie die Auffüllung mit Kies unmittelbar westlich der Bundesstraße von Bau-km 0+200 bis 1+565 (Versickerungsbereich entsprechend IFG GMBH (2013)) auf den Bodenwasserhaushalt hat. Die Untersuchungen wurden für ein Starkniederschlagsereignis von 24 h Dauer über einen Zeitraum von 30 Tagen nach dem Ereignis mit dem vertikalebene Modell FEMVAR und den in Abschnitt 6.2 genannten Parametern und Randbedingungen durchgeführt.

In Anlage 4.3 sind die Wassergehalte der einzelnen Bodenschichten sowie die Sauspannungs- und Gravitationspotentiale dargestellt. Die Verhältnisse unmittelbar nach dem Niederschlagsereignis sind in Anlage 4.3.1 veranschaulicht. Die Wasserbewegung im Boden ist durch den darunter liegenden Gehängelehm behindert. Ebenso ist der Zwischenabfluss, der zwar nicht den Hochwasserabfluss, aber den Bodenwasserhaushalt beeinflusst, durch den Neubau der B 156 unterbunden. Aus der Anlage ist demzufolge ein hoher Wassergehalt nahe der Sättigung (Sättigungswassergehalt 0,4) in der obersten Bodenschicht, insbesondere an der Bundesstraße, zu erkennen. Wenn keine Verdunstung berücksichtigt wird, beträgt die Wassersättigung der obersten Bodenschicht auch nach 30 Tagen nach dem Niederschlagsereignis immer noch 75 bis 80 % wie aus Anlage 4.3.2 deutlich wird. Wenn in dieser Zeit ein weiterer Starkregen auftritt, kann der Boden nur noch in geringen Mengen Wasser aufnehmen und es kommt zu erhöhten Abflüssen sowie zum

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Aufstau vor der Bundesstraße. Ebenso haben die Auffanggräben keine Wirkung, da sie mit Wasser gefüllt sind.

Verbessert wird die Situation durch Anlegen eines Grabens westlich der Bundesstraße von Bau-km 0+200 bis Bau-km 1+565 mit einer Grabentiefe bis unter den Gehängelehm sowie der nachfolgenden Auffüllung der Flächen mit Kies. Das so erhaltene geohydraulische Fenster müsste ca. 4 m breit sein. Für dieses Szenario konnte anhand der Modellrechnung westlich der B 156 eine vertikale Wasserbewegung nachgewiesen werden, die bereits nach 30 Tagen zu einer Entwässerung der Mutterbodenschicht und damit zu Wassergehalten, die dem Restwassergehalt von sandigem Lehm von 0,065 entsprechen, führt (Anlage 4.3.3). Dadurch wird das Infiltrationsvermögen der Böden erhöht, was sich positiv auf den Oberflächenabfluss und auf die Vermeidung von Vernässungserscheinungen auswirkt. Außerdem können die Auffangmulden ihre Wirkung entfalten, da eine Entleerung kurz nach dem Niederschlagsereignis möglich ist.

7 Zusammenfassung

Die VIC Planen und Beraten GmbH plant im Auftrag des Landesamtes für Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Bautzen die Bundesstraße B 156 Ortsumgehung Niedergurig von Bau-km 0+000 bis Bau-km 2+600. Zur Dimensionierung der Entwässerungseinrichtungen sind Angaben über die Höhe des von den benachbarten Flächen der Bundesstraße zufließenden Abflusses notwendig. Zur Entwässerung des Abschnittes sind 3 Durchlässe bei Bau-km 0+900 (Durchlass 2), Bau-km 1+800 (Durchlass 3) und Bau-km 2+200 (Durchlass 4) vorgesehen. Außerdem soll im Rahmen der Untersuchungen die Wirkung von Auffangmulden geprüft werden.

Das Einzugsgebiet des betroffenen Abschnittes der B 156 beträgt ca. 4 km² und schließt die Orte Quatitz, Jeschwitz und Kleindubrau ein. Den größten Teil der Fläche nimmt das Teileinzugsgebiet des Durchlasses 2 ein. Demzufolge wurden für diesen Durchlass auch die größten Abflüsse ermittelt. Mit dem Programm WaSiM-ETH wurden für Starkniederschlagsereignisse mit 1-, 5- und 100-jährlichem Wiederkehrintervall Scheitelabflüsse von 123, 345 und 4.000 l/s berechnet, während für die beiden anderen Durchlässe die Abschlussscheitel max. 12 l/s (HQ 1), 48 l/s (HQ 2) und 440 bzw. 860 l/s betragen.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Neben der Modellierung ausgewählter Starkniederschlagsereignisse des KOSTRA-Atlasses wurde auch eine Langzeitmodellierung durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurde festgestellt, dass die Abflussscheitel - neben anderen Faktoren - entscheidend von der Bodenfeuchte bestimmt werden. Demzufolge können durch Maßnahmen zur Verringerung der Bodenfeuchte die Abflüsse wesentlich reduziert werden. Da im südlichen Abschnitt zwischen Bau-km 0+200 bis Bau-km 1+565 eine dünne Gehängelehmschicht über gut wasserleitenden Sanden lagert, besteht hier die Möglichkeit, ein „geohydraulisches bzw. geologisches Fenster“ von ca. 4 m Breite zu errichten und mit Kies aufzufüllen. In diesem Fall könnte Wasser aus den oberen Bodenschichten in die Tiefe versickern. Mit dem Programm FEMVAR wurde nachgewiesen, dass dadurch der Wassergehalt des Oberbodens nach den Niederschlagsereignissen bis auf den Restwassergehalt reduziert werden kann. Damit würden sehr günstige Versickerungsmöglichkeiten entstehen. Außerdem garantiert die Maßnahme die Wirkung der Auffangmulden auf diesem Abschnitt.

Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

8 Literatur

DVWK (1984): Arbeitsanleitung zur Anwendung von Niederschlag-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten, Teil II: Synthese, Regeln - 113/1984.

ASCHENBRENNER, F. (1991): Theoretische Untersuchungen zur numerischen Berechnung der Grundwasserströmung in einem Fluß-Aquifer System unter besonderer Berücksichtigung der ungesättigten Zone. – Giessener Geologische Schriften, H. 44.

HADZICK, Z. Z., GUBER, A. K., PACHEPSKY, YA. & HILL, R. L. (2011): Pedotransfer functions in soil electrical resistivity estimation. – Geoderma, Vol. 164(3), S. 195 – 202.

HOYNINGEN-HUENE, J. v. (1981): Die Interzeption des Niederschlags in landwirtschaftlichen Pflanzenbeständen. - Schr. D. DVWK, Hamburg.

PACHEPSKY, YA. & RAWLS, W. J. (2004): Development of Pedotransfer Functions in Soil Hydrology. – Development in Soil Science, Vol. 30.

PESCHKE, G. (1977): Ein zweistufiges Modell der Infiltration von Regen in geschichteten Böden. - Acta hydrophysica, 22(1), S. 39-48.

PESCHKE, G. (1987): Soil Moisture and Runoff Components from a Physically Founded Approach. - Acta hydrophysica, 31 (3/4), S. 191-205.

SCHULLA, J. (2013): Model Description WaSiM. – Completely revised version of 2012 with 2013 extensions, last change: November 11, 2013, Zürich.

SCHULLA, J. (1997): Hydrogeologische Modellierung von Flussgebieten zur Abschätzung der Folge von Klimaänderungen. -Zürcher Geographische Schriften, Heft 69.

SCHULLA, J. & JASPER, K. (1998): Modellbeschreibung WaSiM-ETH. - ETH Zürich.



Projekt: B 156 Ortsumgehung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

SIMUNEK, J., SEJNA, M. & VAN GENUCHTEN, M. TH. (1999): The Hydrus-2D Software Package for Simulating the Two-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably-Saturated Media. – Version 2.0, U. S. Salinity Laboratory Agricultural Research Service U. S. Department of Agriculture Riverside, California.

WENDLING, U. (1975): Zur Messung und Schätzung der potentiellen Verdunstung. - Z. f. Meteorologie, 25 (2), S. 103-111.

Projekt: B 156 Ortsumgebung Niedergurig
Hydrologisch/hydraulisches Gutachten als Grundlage der Bemessung von Auffangmulden für den
Oberflächen- und Abfluss im Boden
hier: **Ergebnisbericht**

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Digitales Geländemodell [m ü. NHN]
- Anlage 2.1: Lage der Teileinzugsgebiete und Gebietsdurchlässe
- Anlage 2.2: Verknüpfung der Teileinzugsgebiete
- Anlage 2.3: Klassifizierung der Landnutzung im Einzugsgebiet entsprechend WaSiM-ETH
- Anlage 3.1: Darstellung der geologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet auf Grundlage der Geologischen Karte der eiszeitlich bedeckten Gebiete (GK50)
- Anlage 3.2: Lage der Baugrundaufschlüsse, Grundwassermessstellen, bodenkundlichen Aufschlüsse und GWM Niedergurig
- Anlage 3.3: Klassifizierung der Bodenarten im Einzugsgebiet entsprechend WaSiM-ETH
- Anlage 3.4: Geologischer Schnitt durch Baugrund- und bodenkundliche Aufschlüsse
- Anlage 4.1.1: Ergebnisse der Langzeitsimulation des Gesamtabflusses [m^3/s] Durchlass 2
- Anlage 4.1.2: Ergebnisse der Langzeitsimulation des Gesamtabflusses [m^3/s] Durchlass 3
- Anlage 4.1.3: Ergebnisse der Langzeitsimulation des Gesamtabflusses [m^3/s] Durchlass 4
- Anlage 4.2.1: Berechnete Abflüsse [m^3/s] bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer, Wiederkehrintervall 1 a
- Anlage 4.2.2: Berechnete Abflüsse [m^3/s] bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer, Wiederkehrintervall 5 a
- Anlage 4.2.3: Berechnete Abflüsse [m^3/s] bei einem Niederschlagsereignis von 30 min Dauer, Wiederkehrintervall 100 a
- Anlage 4.3.1: Potentiale und Wassergehalte im Boden nach Ende eines Niederschlagsereignisses: Dauer 24 h, Wiederkehrintervall 100 a
Schnitt B...1...1993 / BP 12
- Anlage 4.3.2: Potentiale und Wassergehalte im Boden 30 Tage nach Ende des Niederschlagsereignisses: Dauer 24 h, Wiederkehrintervall 100 a
Schnitt B...1...1993 / BP 12
- Anlage 4.3.3: Potentiale und Wassergehalte im Boden 30 Tage nach Ende des Niederschlagsereignisses: Dauer 24 h, Wiederkehrintervall 100 a
mit geol. Fenster westl. der B 156, Schnitt B...1...1993 / BP 12

Anlagen