



ABS/NBS Hamburg-Lübeck-Puttgarden
(Hinterlandanbindung FBQ)
Neubau der B 207
PFA Fehmarnsundquerung (FSQ)

Bericht zur N-A-Modellierung Endzustand Straße

Hydro? logo!

Dr. Volkmar Dunger

Neue Hauptstraße 150 a
09618 Brand-Erbisdorf
ST Langenau

Zuarbeit zum hydrogeologischen Gutachten für den Absenktunnel Fehmarnsundquerung:

Ermittlung von starkregenimplizierten Durchflüssen im Umfeld des geplanten Absenktunnels Fehmarnsundquerung mittels Niederschlag-Abfluss-Modellierung – Straßenentwässerungseinrichtungen

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung, Zielstellung	5
2. Methodik	5
3. Umsetzung der Methodik auf den Untersuchungsstandort	5
4. Simulationsergebnisse, Ergebnisinterpretation	7
5. Literaturverzeichnis	10
6. Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	10
7. Anlagenverzeichnis	10

Anlagen

Vorbemerkungen

Im September 2008 wurde mit einem Staatsvertrag zwischen dem Königreich Dänemark und der Bundesrepublik Deutschland (BRD) der Bau einer „Festen Fehmarnbeltquerung“ beschlossen. Während Dänemark sich zum Bau des Tunnels durch den Fehmarnbelt verpflichtet hat, ist die Bundesrepublik Deutschland verantwortlich für die Herstellung einer leistungsfähigen landseitigen Straßen- und Schienenanbindung für das Bauwerk auf deutscher Seite (Hinterlandanbindung).

Für den Ausbau der Eisenbahnstrecke Lübeck – Puttgarden wurde die DB InfraGO AG (vor dem 01.01.2024 DB Netz AG) im Jahr 2008 auf der Grundlage des Bundesschienenwegeausbaugesetzes (BSWAG) vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV, vormals BMVI) beauftragt. Die vorhandene Eisenbahnstrecke Lübeck – Puttgarden (DB-Strecken-Nr. 1100) soll auf ca. 88 km zweigleisig ausgebaut, elektrifiziert und streckenweise auf eine maximale Geschwindigkeit von 200 km/h ertüchtigt werden. Als Ergebnis eines vom Land Schleswig-Holstein durchgeführten Raumordnungsverfahrens (ROV) werden durch Umfahrungen davon 55 km als Neubaustrecke realisiert.

Gemäß Bundesverkehrswegeplan 2030 und dem Gesetz zur Änderung des Fernstraßenausbaugesetzes vom 23.12.2016 wird die B 207 mit einem vierstreifigen Querschnitt zwischen Heiligenhafen-Ost und Puttgarden ausgebaut. Der Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau der B 207 wurde 2015 erlassen. Dieser ist seit dem 25.08.2021 bestandskräftig. Die DEGES Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (nachfolgend kurz DEGES) wurde im Jahr 2019 vom Land Schleswig-Holstein beauftragt, den Ausbau der B 207 zu realisieren.

Im Zuge der Anbindung des Fehmarnbelt-Tunnels an das deutsche Schienen- und Straßennetz ist ein leistungsfähiger Ersatz bzw. eine Erweiterung für die bestehende Fehmarnsundquerung zwischen der Insel Fehmarn und dem ostholsteinischen Festland notwendig. Im Jahr 2010 durchgeführte Belastungstests haben gezeigt, dass die Fehmarnsundbrücke von 1963 den künftigen Belastungen des Verkehrs von Straße und Schiene nicht mehr gewachsen ist.

Deshalb wurden nachgelagert zum Projektauftrag von 2008 ab dem Jahr 2014 in einem aufwändigen Verfahren zahlreiche Varianten (Bohr- und Absenktunnel sowie kombinierte und getrennte Brücken) für eine leistungsfähigere Sundquerung untersucht. Der auf Ebene der Vorplanung durchgeführte Variantenvergleich hat als Vorzugsvariante einen „Kombinierten Absenktunnel“ für den zukünftigen Straßen- und Eisenbahnverkehr ergeben.

Die Tunnellösung mit Erhalt der Fehmarnsundbrücke trägt den verkehrlichen Erfordernissen im Hinblick auf Leichtigkeit und Sicherheit Rechnung und entspricht zudem der im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung vom „Dialogforum Feste Fehmarnbeltquerung“ erarbeiteten Konsensvariante.

Der kombinierte Absenktunnel für Schiene und Straße wird gemeinsam von den Vorhabenträgerinnen DB InfraGO AG und Bundesrepublik Deutschland, letztgenannte vertreten durch das Land Schleswig-Holstein, vertreten durch die DEGES, geplant und realisiert. Die Ertüchtigung der Fehmarnsundbrücke für die langsamen Verkehre wird durch die DEGES im Auftrag des Landes Schleswig-Holstein als eigenständiges Projekt realisiert.

1. Veranlassung, Zielstellung

Im Zuge der Planungsarbeiten zur Errichtung des Fehmarnsundtunnels sind u. a. Informationen zu den Abflüssen/Durchflüssen notwendig, die im Bereich des Bauwerks im Starkregenfall auftreten. Dabei interessieren vor allem die Spitzendurchflüsse, die im Zusammenhang mit der Frage der schadlosen Abführbarkeit des abfließenden Wassers von Interesse sind. Für die Entwässerungseinrichtungen, die für die Deutsche Bahn relevant sind, liegen derartige Untersuchungsergebnisse bereits vor (DUNGER, 2023). Für die Straßenentwässerungseinrichtungen sind sie in diesem Bericht dokumentiert.

2. Methodik

Die Untersuchungsmethodik ist identisch derer, die für die Entwässerungseinrichtungen der Deutschen Bahn angewendet worden ist. Zur Erfüllung der im Abschnitt 1 skizzierten Ziele ist das Niederschlag-Abfluss-Modell (N-A-Modell) HQBEMESS (DUNGER, 2015) verwendet worden.

3. Umsetzung der Methodik auf den Untersuchungsstandort

Die Anwendung des N-A-Modells setzt die Kenntnis folgender Informationen voraus:

- KOSTRA-DWD-2020-Starkregenwerte (JUNGHÄNEL U. A., 2022) → Nutzung der seitens des DWD Deutscher Wetterdienst im Internet veröffentlichten Daten (gültig ab 2023, www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte). Entsprechend der Empfehlung des DWD sind die KOSTRA-Regenmengen nicht um die Werte, die sich aus den statistischen Unsicherheiten (Toleranzen) ergeben, erhöht worden. Dieser Fall wird im Folgenden als „Mid Case“ bezeichnet. Um die Auswirkungen der Unsicherheiten auf die Starkregendurchflüsse abschätzen zu können, ist als Planspiel eine Variante mit erhöhten KOSTRA-Regenmengen (Erhöhung = oberes Ende des Toleranzbereiches = „Worst Case“) gerechnet worden. Die Toleranzen sind in Abhängigkeit von den Dauerstufen und Wiederkehrintervallen abzugreifen. Die Anlage 1 enthält die KOSTRA-DWD-2020-Starkregenwerte und die Toleranzbereiche für den Untersuchungsstandort.
- Wiederkehrintervalle (Jährlichkeiten): Festlegung entsprechend den Vorgaben des Ingenieurbüros für Verkehrsanlagen Halle (vgl. Tabelle 1)
- Regendauern → Da für die generell kleinen Einzugsgebiete der Straßenentwässerungen bezüglich der Scheiteldurchflüsse kurze Regendauern maßgebend sind, erfolgte die Berechnung der Scheiteldurchflüsse auf Basis einer Regendauer von 15 Minuten.
- Regenverteilungen → Betrachtet wurden die Verteilungen Blockregen (konstante Regenintensität), DVWK-Regen (mittenbetont), PECHER-Regen anfangsbetont und PECHER-Regen endbetont.

Tabelle 1: Wiederkehrintervalle für die verschiedenen Entwässerungseinrichtungen

Wiederkehrintervall T [a]	Entwässerungseinrichtung
1	EA 1, EA 2, EA 3, EA 4, EA 4.1, EA5, EA6, EA 6.1, EA 7, EA 8, EA 9, EA 10
20	EA 3, EA 4

- Einzugsgebietsparameter: Einzugsgebietsgrenzen, Flächengrößen, Höhenlagen des höchsten und niedrigsten Punkts im Einzugsgebiet, Länge des längsten Fließweges, Länge aller nichtperiodischer Vorfluter → Die Daten wurden durch das Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen Halle zur Verfügung gestellt (s. Anlage 2).
- prozentuale Anteile der Landnutzungen in den Einzugsgebieten → Die Daten wurden ebenfalls durch das Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen Halle zur Verfügung gestellt (s. Anlage 2).
- Charakteristik des Infiltrationsvermögens der Bodenoberfläche (Oberboden): im Modell in 4 Stufen (sehr gering, gering, mittel, hoch) festzulegen → Es ist analog den Untersuchungen für die Deutsche Bahn verfahren worden (DUNGER, 2023). Dem N-A-Modell wurde ein geringes Infiltrationsvermögen vorgegeben.
- Angabe der Vorfeuchte (hydrologische Vorgeschichte) in 3 Stufen: gering, mittel, hoch → Es sind zwei Fälle betrachtet worden: mittlere Vorfeuchte in Kombination mit den KOSTRA-Regenmengen ohne Veränderungen (Mid Case) und hohe Vorfeuchte in Kombination mit den KOSTRA-Regenmengen, die um die Werte, die sich aus den statischen Unsicherheiten (Toleranzen) ergeben, erhöht wurden (Worst Case).
- Die modellierten Durchflussganglinien beinhalten neben den aus den Starkregen resultierenden Direktabflüssen (Oberflächenabflüssen) Basisabflüsse, die dem Fließgewässer z. B. aus dem Grundwasser zusitzen. Da die Basisabflüsse unbekannt sind, wurde entsprechend der in SCHRÖDER U. A. (1999) enthaltenen Annahme verfahren, dass im Starkregenfall die doppelte Mittelwasserspense zum Abfluss gelangt. Für Flachlandregionen sind dies nach SCHNEIDER (2022) etwa 12 l / (s km²). Für alle versiegelten Flächen ist der Basisabfluss logischerweise nicht existent.
- Da es sich bei allen Einzugsgebieten um sehr kleine Gebiete (Einzugsgebietsfläche bis 0,1 km²) handelt, wurde von einer schnellen Abflusskonzentration ausgegangen.

Der Aufbau des N-A-Modells schließt die Entwässerungsstrategie (Entwässerungsrichtungen, Knotenpunkte) ein.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Entwässerungsschemata für die Festland- und Inselform grafisch dargestellt. Diese sind in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro für Verkehrsanlagen Halle erarbeitet worden.

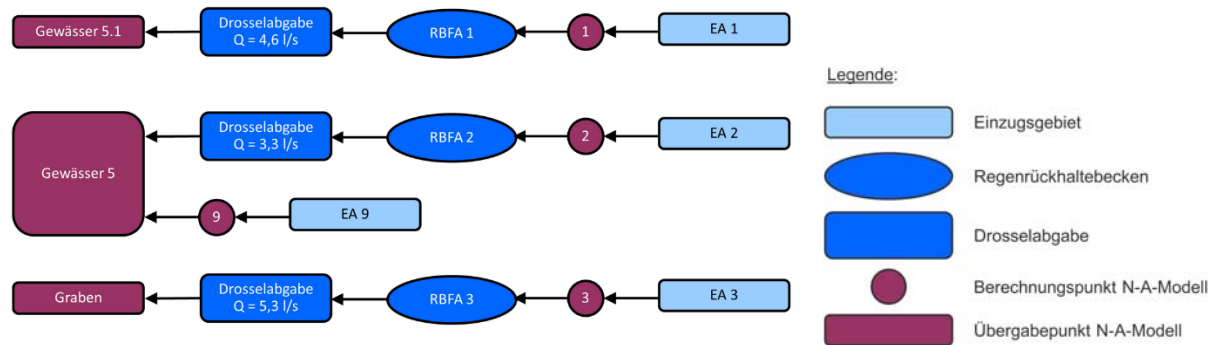


Abb. 1:

Entwässerungsschema für die Festlandseite

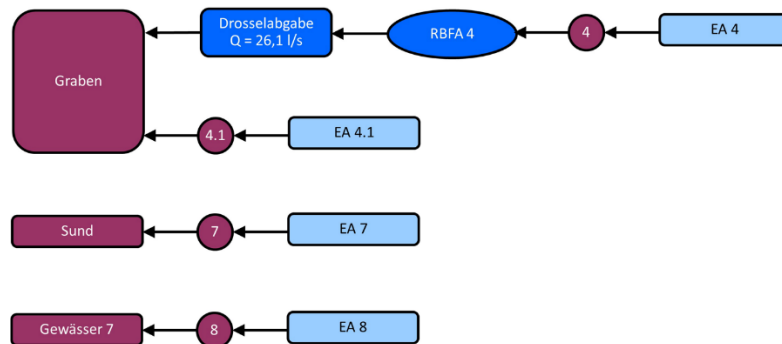


Abb. 2:

Entwässerungsschema für die Inselseite

4. Simulationsergebnisse, Ergebnisinterpretation

Das N-A-Modell ist wie in Abschnitt 3 beschrieben parametrisiert worden. Betrachtet wurden die beiden Fälle (vgl. ebenfalls Abschnitt 3):

- Mid Case: Annahme einer mittleren Feuchte in den Einzugsgebieten zu Beginn des Starkregenereignisses (mittlere Vorfeuchte) in Kombination mit den KOSTRA-Regenmengen ohne Veränderungen und
- Worst Case: hohe Vorfeuchte in Kombination mit den KOSTRA -Regenmengen, die um die Werte, die sich aus den statistischen Unsicherheiten (Toleranzen) ergeben, erhöht wurden.

In einem ersten Schritt war zu prüfen, welche der vier Regenverteilungen in Summe die höchsten Scheiteldurchflüsse erzeugt. Die Ergebnisse enthält die Anlage 3. Wie den Anlagen 3 b – 3 e zu entnehmen ist, werden für den Mid Case durch den mittigenbetonten DvWK-Regen in Summe die höchsten Scheiteldurchflüsse modelliert. Für den Worst Case ist es der Blockregen (s. Anlage 4).

In der Tabelle 2 sind die modellierten Scheiteldurchflüsse aufgelistet. In den Abbildungen 3 und 4 erfolgte eine Visualisierung der Scheiteldurchflüsse. Zu beachten ist, dass die Scheiteldurchflüsse auf verschiedenen Wiederkehrintervallen basieren.

Die modellierten Scheiteldurchflüsse machen deutlich, wie groß die Einflüsse von Vorfeuchte, Wiederkehrintervall und KOSTRA-Regentoleranzen auf die Modellierungsergebnisse ausfallen. Im Schnitt liegen die für den Worst Case berechneten Scheiteldurchflüsse um etwa 20 % über denen des Mid Case.

Tabelle 2: Scheiteldurchflüsse für die wesentlichen Berechnungspunkte (Lage der Punkte → s. Abbildungen 1 und 2, alle Werte in l/s) für die beiden betrachteten Fälle

	Berechnungspunkt	Wiederkehrintervall T [a]	Scheiteldurchfluss Q_{MAX} [l/s]	
			Mid Case	Worst Case
Festland	BP 1	1	299	355
	BP 2	1	219	266
	BP 3	1	68	80
	BP 3	20	141	175
	BP 5	1	177	219
	BP 6	1	151	176
	BP 6.1	1	4	5
	BP 9	1	301	356
	BP 10	1	25	30
Insel	BP 4	1	337	417
	BP 4	20	717	976
	BP 4.1	1	93	118
	BP 7	1	48	56
	BP 8	1	206	253

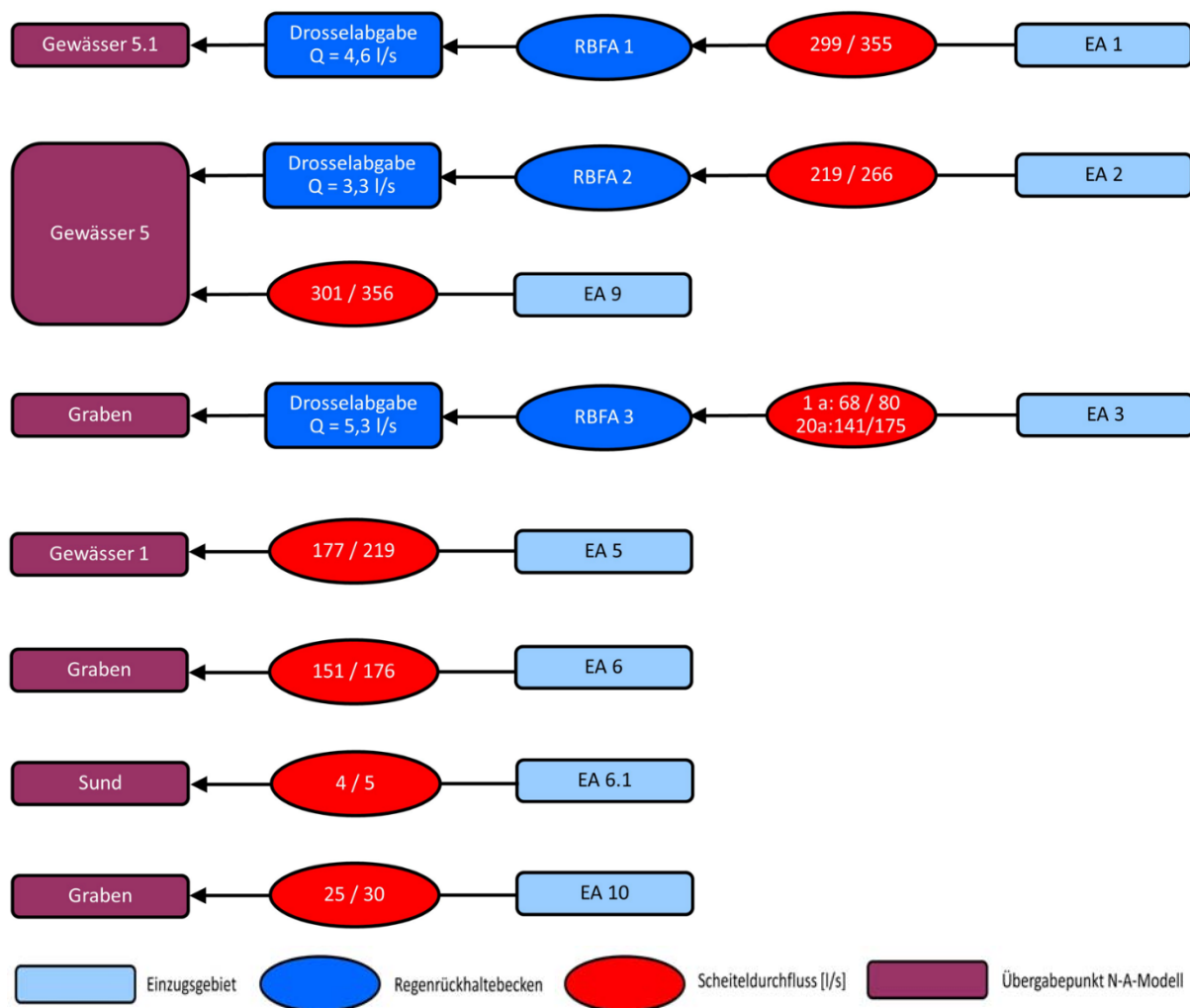


Abb. 3: Modellerte Scheiteldurchflüsse für die Festlandseite

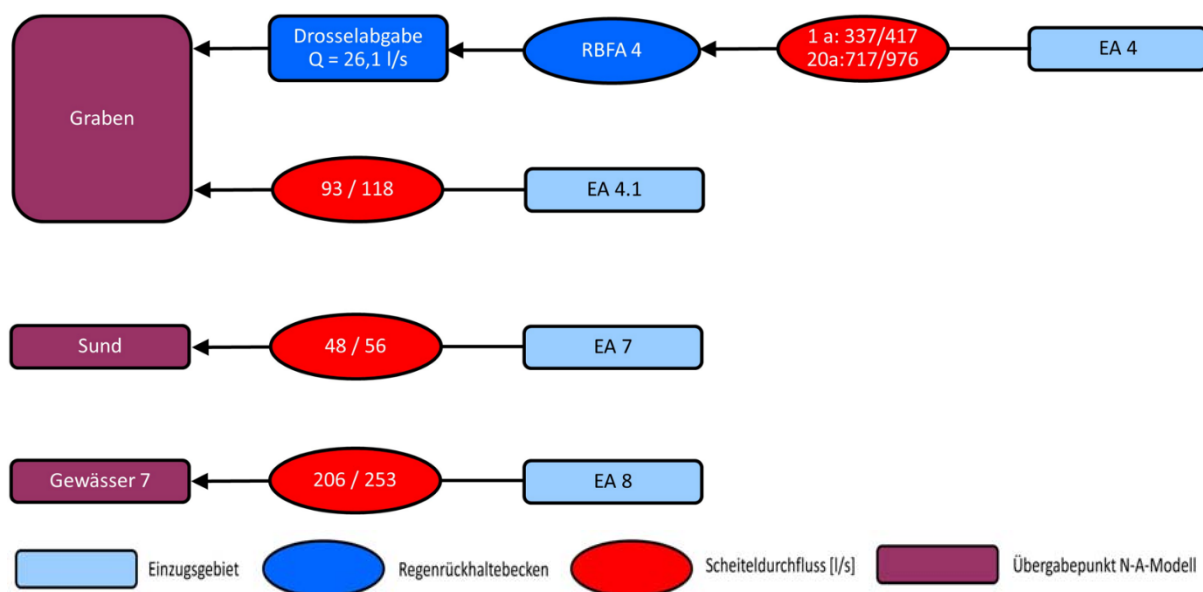


Abb. 4: Modellerte Scheiteldurchflüsse für die Inselseite

5. Literaturverzeichnis

Dunger, V. (2015): Dokumentation des Modells HQBEMESS zur quantitativen Abschätzung des Oberflächenabflusses in Einzugsgebieten sowie zur hydrologischen Bemessung von Entwässerungsstrecken und zur Dimensionierung eines Rückhaltebeckens. Nutzerhandbuch, Version 12/2015.

Dunger, V. (2023): Ermittlung von starkregenimplizierten Durchflüssen im Umfeld des geplanten Absenktunnels Fehmarnsundquerung mittels Niederschlag-Abfluss-Modellierung – Entwässerungseinrichtungen der Deutschen Bahn. Zuarbeit zum hydrogeologischen Gutachten für IBES Baugrundinstitut Freiberg GmbH Freiberg vom 27.03.2023.

Junghänel, T., T. Deutschländer, U. Haberlandt, J. Ostermöller, B. Shehu und W. Willems (2022): KOSTRA-DWD-2020 – Die neue Starkregenstatistik für Deutschland, DACH2022, Leipzig, Deutschland, 21–25 Mar 2022, DACH2022-151.

Schneider, K.-J. (2022): Bautabellen für Ingenieure mit Berechnungshinweisen und Beispielen. Verlag Reguvis Köln, 25. Auflage.

Schröder, W., G. Euler, F. Schneider und D. Knauf (1999): Grundlagen des Wasserbaus. Werner-Verlag, Düsseldorf, 4. Auflage.

6. Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Symbol	Bedeutung/Erklärung	Einheit
D	Regendauer der KOSTRA-Regenmengen	min, h, d
hN	KOSTRA-Niederschlagshöhe	mm
KOSTRA	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung	-
N-A-Modell	Niederschlag-Abfluss-Modell	-
Q_{MAX}	Durchflussmaximum (Scheitelwert)	l/s, m ³ /s
T	Wiederkehrzeit (Wiederkehrintervall, Jährlichkeit)	a
UC	Toleranzbereich der KOSTRA-Regenmengen	± %
Ψ	Abflussbeiwert	%

7. Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Niederschlagshöhen für den Untersuchungsstandort nach KOSTRA-DWD-2020 (JUNGHÄNEL U. A., 2022)
- Anlage 2: Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für den Planungszustand
- Anlage 3: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case
- Anlage 4: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

Anlagen

Anlage 1:

Niederschlagshöhen für den Untersuchungsstandort nach KOSTRA-DWD-2020 (JUNGHÄNEL U. A., 2022)

a) Starkregenmengen für Zeile 64, Spalte 158 (Index_rc: 64158), Auswertungszeitraum: 1951 – 2020, Januar – Dezember:

	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrzeit T [a]								
Dauerstufe	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	5,5	6,7	7,5	8,4	9,9	11,3	12,3	13,5	15,3
10 min	7,4	9,1	10,1	11,4	13,3	15,2	16,5	18,2	20,6
15 min	8,6	10,5	11,7	13,2	15,4	17,7	19,2	21,1	23,9
20 min	9,5	11,6	12,9	14,6	17,0	19,5	21,1	23,3	26,4
30 min	10,8	13,2	14,7	16,6	19,3	22,2	24,0	26,5	30,0
45 min	12,2	14,9	16,6	18,7	21,8	25,1	27,2	29,9	33,9
60 min	13,3	16,2	18,0	20,3	23,7	27,2	29,5	32,5	36,8
90 min	14,9	18,1	20,2	22,8	26,6	30,5	33,1	36,4	41,2
2 h	16,1	19,6	21,8	24,7	28,8	33,0	35,8	39,4	44,6
3 h	18,0	21,9	24,3	27,5	32,1	36,8	39,9	44,0	49,8
4 h	19,4	23,7	26,3	29,7	34,7	39,8	43,1	47,5	53,8
6 h	21,6	26,3	29,3	33,1	38,6	44,3	48,0	52,9	59,9
9 h	24,1	29,3	32,6	36,8	42,9	49,3	53,4	58,8	66,6
12 h	26,0	31,6	35,1	39,7	46,3	53,1	57,6	63,4	71,8
18 h	28,9	35,1	39,0	44,1	51,5	59,1	64,0	70,5	79,9
1 d	31,1	37,9	42,1	47,6	55,5	63,7	69,0	76,0	86,1
2 d	37,3	45,4	50,4	57,0	66,5	76,3	82,7	91,1	103,1
3 d	41,4	50,4	56,0	63,3	73,9	84,8	91,9	101,2	114,6
4 d	44,7	54,4	60,4	68,3	79,6	91,4	99,0	109,1	123,5
5 d	47,3	57,6	64,0	72,3	84,4	96,8	105,0	115,6	130,9
6 d	49,6	60,4	67,1	75,9	88,5	101,5	110,0	121,2	137,2
7 d	51,6	62,9	69,8	79,0	92,1	105,7	114,5	126,2	142,9

Legende:

- T Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) [a], in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe [min, h], definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- hN Niederschlagshöhe in Millimeter [mm] bzw. Liter pro Quadratmeter [l/m²]

Fortsetzung Anlage 1:

Niederschlagshöhen für den Untersuchungsstandort nach KOSTRA-DWD-2020 (JUNGHÄNEL U. A., 2022)

b) Toleranzbereiche (Unsicherheiten) für Zeile 64, Spalte 158 (Index_rc: 64158), Auswertungszeitraum: 1951 – 2020, Januar – Dezember:

	Toleranzbereich in plus-minus Prozent [±%] je Wiederkehrzeit T [a]								
Dauerstufe	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	15	15	15	16	16	17	17	18	18
10 min	14	16	17	17	19	20	20	21	21
15 min	15	17	18	19	20	21	22	23	23
20 min	15	17	18	20	21	22	23	23	24
30 min	15	18	19	20	22	23	23	24	25
45 min	15	17	19	20	22	23	23	24	25
60 min	14	17	18	20	21	22	23	24	24
90 min	13	16	17	19	20	21	22	23	24
2 h	13	15	17	18	19	21	21	22	23
3 h	12	14	16	17	18	20	20	21	22
4 h	12	14	15	16	18	19	19	20	21
6 h	12	13	14	15	17	18	18	19	20
9 h	12	13	14	15	16	17	18	18	19
12 h	13	14	14	15	16	17	17	18	18
18 h	14	14	15	15	16	17	17	18	18
1 d	16	16	15	16	16	16	17	17	18
2 d	20	19	18	18	18	19	19	19	19
3 d	22	21	21	20	20	20	20	20	20
4 d	24	23	22	22	22	22	22	22	22
5 d	25	24	24	23	23	23	23	23	23
6 d	27	25	25	24	24	24	24	24	24
7 d	28	26	26	25	25	25	25	24	24

Legende:

- T Wiederkehrzeit (Jährlichkeit) [a], in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D Dauerstufe [min, h, d], definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
- UC Toleranzbereich in plus-minus Prozent [±%]

Anlage 2:

Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für den Planungszustand

a) morphometrische Parameter:

Einzugsgebiet	Fläche [km ²]	Längster Fließweg [km]	Länge aller Vorfluter [km]	Höchster Punkt [m NHN]	Niedrigster Punkt [m NHN]
Festlandseite					
EZG S EA 1	0,0481	1,27	3,15	4,10	1,53
EZG S EA 2	0,0407	0,64	1,53	3,07	-2,30
EZG S EA 3	0,0097	0,41	0,80	0,84	-6,88
EZG S EA 5	0,0360	0,76	2,52	7,27	3,55
EZG S EA 6	0,0214	0,54	0,75	20,00	0,90
EZG S EA 6.1	0,0006	0,65	0,65	25,50	2,00
EZG S EA 9	0,0463	0,65	2,46	5,34	-0,43
EZG S EA 10	0,0043	0,26	0,34	4,93	2,46
Inselseite					
EZG S EA 4	0,0686	2,00	4,51	9,71	-7,25
EZG S EA 4.1	0,0215	0,35	0,60	5,30	3,60
EZG S EA 7	0,0068	0,40	0,40	25,5	2,13
EZG S EA 8	0,0401	1,30	2,56	12,43	2,02

Fortsetzung Anlage 2:

Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für den Planungszustand

b) Nutzungsanteile (in % bezogen auf die gesamte Einzugsgebietsfläche):

Festlandseite		
Einzugsgebiet	Dauergrünland	versiegelte Flächen
EZG S EA 1	21	79
EZG S EA 2	32	68
EZG S EA 3	10	90
EZG S EA 5	38	62
EZG S EA 6	10	90
EZG S EA 6.1	10	90
EZG S EA 9	17	83
EZG S EA 10	26	74
Inselseite		
Einzugsgebiet	Dauergrünland	versiegelte Flächen
EZG S EA 4	38	62
EZG S EA 4.1	46	54
EZG S EA 7	10	90
EZG S EA 8	35	65

Fortsetzung Anlage 2:

Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für den Planungszustand

c) Flächengrößen und Drosselabgaben der Rückhalteräume:

Festlandseite		
Rückhalteraum	Fläche [m²]	Drosselabgabe [l/s]
RBFA 1 (vorh. RBFA2)	4 000	4,6
RBFA 2 (AS Großenbrode)	4 000	3,3
RBFA 3 (Portal Festland)	2 000	5,3
Inselseite		
Rückhalteraum	Fläche [m²]	Drosselabgabe [l/s]
RBFA 4 (Portal Insel)	3 000	26,1

Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

a) Modellausgabe beispielhaft für den Berechnungspunkt 1 (Einzugsgebiet EZG S EA 1), Blockregen:

STARKREGEN-BEMESSUNGSABFLUSSPROGRAMM H Q B E M E S S

Das Modell HQBEMESS dient der Berechnung des Starkregenabflusses fuer unbeobachtete oder nicht ausreichend beobachtete Einzugsgebiete. Das Programm baut inhaltlich auf dem Bemessungsganglinienverfahren auf.

Modelling by V. Dunger (1995, up-date 11/2002)
Programming by N. Schultze (2014)

E I N G A B E W E R T E :

Gebietsbezeichnung : EZG S EA 1
Dateiname fuer die Eingabedaten: EZG S EA 1

Regendauer PD : 15
Wiederkehrsintervall des Regens : 1

KOSTRA-Regenmengen P:

- fuer PD = 5 min	:	5.5 mm
- fuer PD = 10 min	:	7.4 mm
- fuer PD = 15 min	:	8.6 mm
- fuer PD = 20 min	:	9.5 mm
- fuer PD = 30 min	:	10.8 mm
- fuer PD = 45 min	:	12.2 mm
- fuer PD = 60 min	:	13.3 mm
- fuer PD = 90 min	:	14.9 mm
- fuer PD = 2 h	:	16.1 mm
- fuer PD = 3 h	:	18.0 mm
- fuer PD = 4 h	:	19.4 mm
- fuer PD = 6 h	:	21.6 mm
- fuer PD = 9 h	:	24.1 mm
- fuer PD = 12 h	:	26.0 mm
- fuer PD = 18 h	:	28.9 mm
- fuer PD = 24 h	:	31.1 mm

Landschaftscharakter des Gebietes : Flachland
Vorfeuchte des Gebietes (- hydrologische Sicherheit).... : mittel

Hydrographisch-morphologische Einzugsgebietscharakteristik:

* Einzugsgebietsflaeche : 0.0481 km²

* Hoehendifferenz Wasserscheide-Bemessungsstelle : 2.57 m
 * laengster Fliessweg Wasserscheide-Bemessungsstelle : 1.27 km
 * Gesamtlaenge aller Vorfluter im Einzugsgebiet : 3.15 km
 * Basisabfluss am Bemessungspegel : unbekannt

Art der Abflusskonzentration: Abflussnetzwerk

Nutzungsanteile im Einzugsgebiet:

* Dauerwiese : 21 %
 * Versiegelte Fläche : 79 %

Bodentypen bezüglich Infiltrationsvermögen

* Dauerwiese : BT 3
 * Versiegelte Fläche : BT 4

BT 1 - gutes Infiltrationsvermögen
 BT 2 - mittleres Infiltrationsvermögen
 BT 3 - geringes Infiltrationsvermögen
 BT 4 - sehr geringes Infiltrationsvermögen

L Ö S U N G S W E G U N D E R G E B N I S S E :

Hinweis: Es wird lediglich die im Ergebnis der Iteration gefundene Lösung für die optimale Regendauer (entspricht der maximalen Abflussmenge) dargestellt

1. NIEDERSCHLAGSGANGLINIE:

* Regenspende fuer einen jaehrlichen 15-minuetigen Regen:
 - Basisregenspende PS (15,1): PS = 0.01/s/ha

* Daraus ergibt sich nach Berechnung unter Zugrundelegung von /1/:
 - eine massgebende Regenmenge von: P = 8.6mm
 - fuer eine massgebende Regendauer von: PD = 15.0min
 - fuer das Wiederkehrintervall von: T = 1.0a

* Abminderung der Regenhöhe für Einzugsgebiete $> 30 \text{ km}^2$ (aus /2/):
 - Abminderungsfaktor: Beta = 1.0
 - resultierende Regenmenge: P = 8.6 mm

* maßgebende Regendauer: PD = 15 min
 * Anzahl der Regenintervalle (i = 1 ... n): n = 15
 * Regenintensitaet: PI = 34.4mm/min

* räumliche Variabilität: im Einzugsgebiet als konstant angenommen
 * zeitliche Variabilität: Blockregen (konstante Intensität)

2. OBERFLÄCHENABFLUSSWIRKSAMER NIEDERSCHLAG (EFFEKTIVNIEDERSCHLAG):

Anwendung des SCS-Verfahrens aus Gebietskenngrößen bei Berücksichtigung der pedologischen Eigenschaften der Oberfläche, Bewuchs und Vorfeuchte (/3/ und /4/):

* Anfangs-CN-Faktor (flächengewichtet): CN = 93.0 %
 * Größe X für Anfangsverlust $IA=X(1000/CN-10)$: X = 5.0 %
 * Anfangsabflussbeiwert aus CN-Verfahren PHICN: PHICN = 79.2 %
 * Anfangsoberflächenabfluss (flächengewichtet): RO = 6.8 mm

3. NIEDERSCHLAG-ABFLUSS-TRANSFORMATION

* Methodik: Anwendung des Faltungsintegrals (s. u.a. /5/ bis /7/) unter Verwendung eines Parallelkaskadenmodells

* Berechnung notwendiger Größen für die Impulsantwortfunktion $u(T, t_j)$:

- berechnete Flusssdichte nach /2/: $DF = 65.5$
- berechneter hydrographischer Faktor aus /8/: $HF = 28.2$
- Speicherkonstanten für das Parallelkaskadenmodell nach /2/:
 $K1 = 18.0 \text{ min}$
 $K2 = 178.4 \text{ min}$
 $DELTA = 0.26$

* Gleichung der Impulsantwortfunktion:

$$U(T, t_j) = AE(3,6 [DELTA/K1(t_j/K1) e^{-t_j/K1} + (1-DELTA)/K2(t_j/K2) e^{-t_j/K2}]$$

* Die Anwendung der Faltungsgleichung liefert die Ordinatenwerte der Oberflächenabflussganglinie $QD(t)$:

$$QD(t_j) = T * [SUM(i=1 \dots n) IPEFF * u(T, t_j - (j-1) * T)] \quad \text{in l/s}$$

4. GESAMTABFLUSSGANGLINIE $Q(t)$:

Die Gesamtabflussganglinie $Q(t)$ ergibt sich für jeden Zeitschritt t_j aus der Superposition von Direkt- und Basisabfluss:

$$Q(t_j) = QD(t_j) + QB(t_j)$$

$$\text{mit } QB(t_j) = \text{const.} = 0.58 \text{ L/s}$$

* Die Lösung erfolgt schrittweise. Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Simulationsergebnisse (Regendauer PD = 15 min)			
t min	u(T,t) l/(s*mm)	QD(t) l/s	Q(t) l/s
1	5.822	2.645	3.222
2	17.836	10.748	11.325
3	30.738	24.712	25.289
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
11	48.947	215.521	216.098
12	44.616	235.789	236.367
13	40.105	254.009	254.586
14	35.625	270.193	270.770
15	31.324	284.423	285.000
16	27.297	294.179	294.756
17	23.603	296.799	297.376
18	20.268	292.042	292.619
19	17.296	280.886	281.463
20	14.679	264.799	265.376
21	12.395	245.332	245.909
22	10.420	223.901	224.478

23	8.723	201.689	202.266
24	7.275	179.620	180.197
25	6.046	158.374	158.951
26	5.009	138.413	138.990
27	4.137	120.024	120.601
28	3.408	103.352	103.930
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
76	0.000	0.004	0.581
77	0.000	0.003	0.580
78	0.000	0.003	0.580

5. ZUSAMMENFASSUNG

Für das Wiederkehrsintervall ergeben sich aus der Abflussganglinie folgende wesentliche Parameter:

- * Abflussmaximum: QMAX = 297.38 L/s
- * Anstiegszeit: TA = 17.00 min
- * Durchflusssumme: QSUM = 0.33 (Tausend) m³

6. LITERATUR

- /1/ Bartels, H., B. Dietzer, G. Malitz, F.M. Albrecht und J. Guttenberger (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000) Fortschreibungsbericht - Deutscher Wetterdienst, Abteilung Hydrometeorologie, Offenbach a. M., Selbstverlag
- /2/ Schroeder, W., G. Euler, F.-K. Schneider und D. Knauf (1994): Grundlagen des Wasserbaus. 3. Auflage. Werner-Verlag Duesseldorf.
- /3/ U.S. Departement of Agriculture, Soil Conservation Service (1964): SCS national engineering handbook, Section 4: Hydrology. Washington.
- /4/ Haan, C. T. (1982): Hydrologic modelling of small watersheds. ASAE Monograph 5, 1982.
- /5/ Maniak, U. (1992): Hydrologie und Wasserwirtschaft. Eine Einfuehrung fuer Ingenieure. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- /6/ Dyck, S. u.a. (1980): Angewandte Hydrologie, Teil 1: Berechnung und Regelung des Durchflusses der Fluesse. 2. Auflage, Verlag W. Ernst & Sohn Berlin.
- /7/ Dyck, S. und G. Peschke (1995): Grundlagen der Hydrologie. 2. Auflage, Verlag fuer Bauwesen Berlin.
- /8/ Wackermann, R. (1981): Eine Einheitsganglinie aus charakteristischen Systemwerten ohne Niederschlag-Abfluss-Messungen. Wasser und Boden, Heft 1, 1981.

Fortsetzung Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

b) Ergebnisübersicht, Blockregen (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	79,2	6,8	297
BP 2 / EZG S EA 2	1	68,4	5,9	217
BP 3 / EZG S EA 3	1	90,1	7,7	68
BP 3 / EZG S EA 3	20	90,7	16,1	141
BP 5 / EZG S EA 5	1	62,4	5,4	175
BP 6 / EZG S EA 6	1	90,1	7,7	150
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	90,1	7,7	4
BP 9 / EZG S EA 9	1	83,2	7,2	301
BP 10 / EZG S EA 10	1	74,3	6,4	25

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	62,4	5,4	334
BP 4 / EZG S EA 4	20	64,8	11,5	713
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	54,5	4,7	92
BP 7 / EZG S EA 7	1	90,1	7,7	48
BP 8 / EZG S EA 8	1	65,4	5,6	205

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>1 916</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

c) Ergebnisübersicht, DvWK-Regen (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	79,2	6,8	299
BP 2 / EZG S EA 2	1	68,4	5,9	219
BP 3 / EZG S EA 3	1	90,1	7,7	68
BP 3 / EZG S EA 3	20	90,7	16,1	141
BP 5 / EZG S EA 5	1	62,4	5,4	177
BP 6 / EZG S EA 6	1	90,1	7,7	151
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	90,1	7,7	4
BP 9 / EZG S EA 9	1	83,2	7,2	301
BP 10 / EZG S EA 10	1	74,3	6,4	25

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	62,4	5,4	337
BP 4 / EZG S EA 4	20	64,8	11,5	717
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	54,5	4,7	93
BP 7 / EZG S EA 7	1	90,1	7,7	48
BP 8 / EZG S EA 8	1	65,4	5,6	206

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>1 928</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

d) Ergebnisübersicht, PECHER-Regen anfangsbetont (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	79,2	6,8	297
BP 2 / EZG S EA 2	1	68,4	5,9	217
BP 3 / EZG S EA 3	1	90,1	7,7	68
BP 3 / EZG S EA 3	20	90,7	16,1	141
BP 5 / EZG S EA 5	1	62,4	5,4	175
BP 6 / EZG S EA 6	1	90,1	7,7	150
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	90,1	7,7	4
BP 9 / EZG S EA 9	1	83,2	7,2	300
BP 10 / EZG S EA 10	1	74,3	6,4	25

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	62,4	5,4	333
BP 4 / EZG S EA 4	20	64,8	11,5	699
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	54,5	4,7	91
BP 7 / EZG S EA 7	1	90,1	7,7	48
BP 8 / EZG S EA 8	1	65,4	5,6	204

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>1 912</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

e) Ergebnisübersicht, PECHER-Regen endbetont (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	79,2	6,8	298
BP 2 / EZG S EA 2	1	68,4	5,9	218
BP 3 / EZG S EA 3	1	90,1	7,7	68
BP 3 / EZG S EA 3	20	90,7	16,1	141
BP 5 / EZG S EA 5	1	62,4	5,4	176
BP 6 / EZG S EA 6	1	90,1	7,7	151
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	90,1	7,7	4
BP 9 / EZG S EA 9	1	83,2	7,2	301
BP 10 / EZG S EA 10	1	74,3	6,4	25

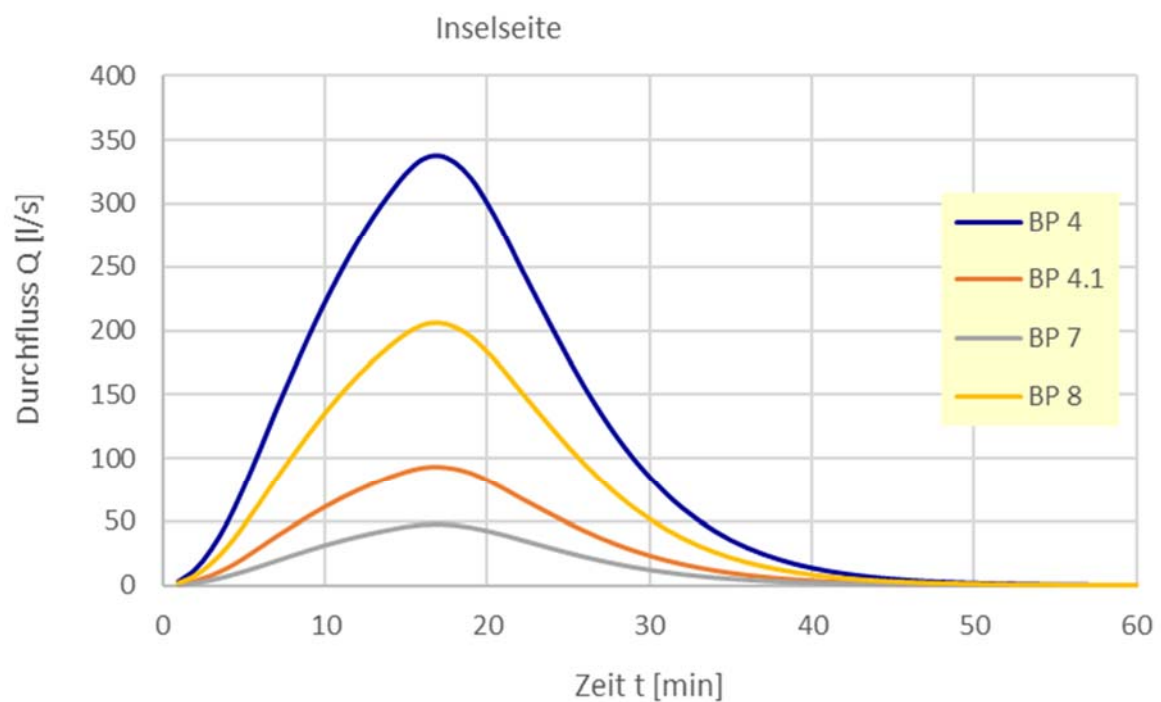
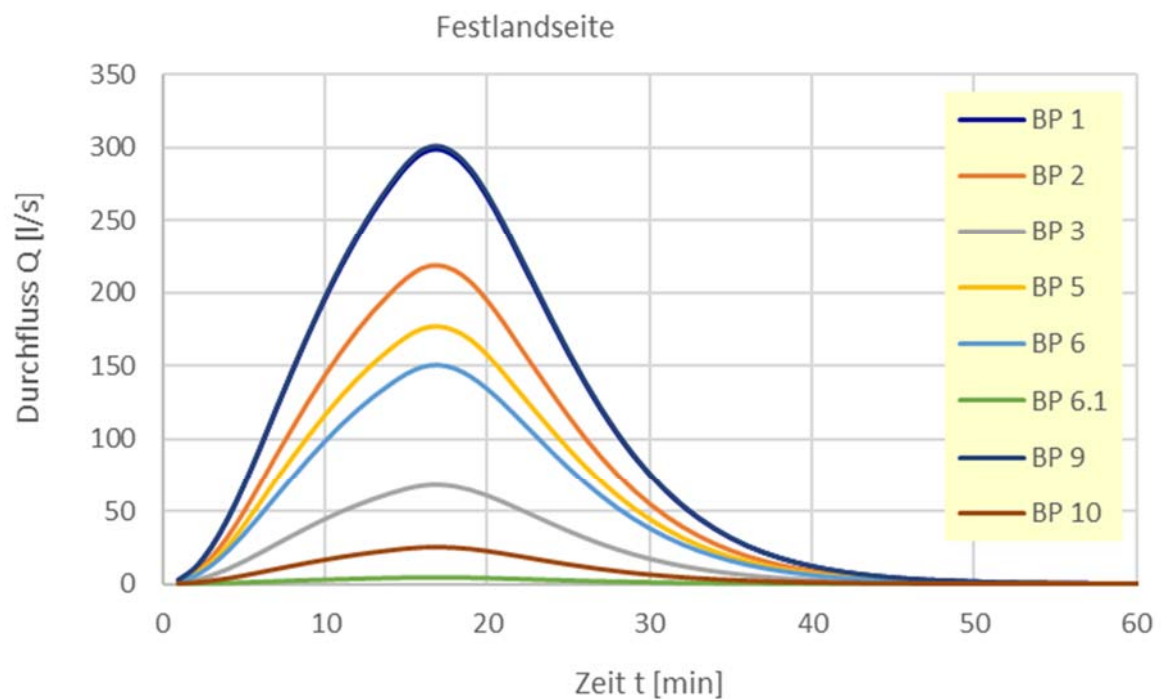
Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	62,4	5,4	336
BP 4 / EZG S EA 4	20	64,8	11,5	711
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	54,5	4,7	92
BP 7 / EZG S EA 7	1	90,1	7,7	48
BP 8 / EZG S EA 8	1	65,4	5,6	205

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>1 922</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 3:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Mid Case

f) *Durchflussganglinien für die Niederschlagsverteilung mit den höchsten Scheiteldurchflüssen (DvWK-Regen):*



Anlage 4:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

a) Ergebnisübersicht, Blockregen (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	82,1	8,1	355
BP 2 / EZG S EA 2	1	72,8	7,2	266
BP 3 / EZG S EA 3	1	91,5	9,1	80
BP 3 / EZG S EA 3	20	93,0	19,9	175
BP 5 / EZG S EA 5	1	67,7	6,7	219
BP 6 / EZG S EA 6	1	91,5	9,1	176
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	91,5	9,1	5
BP 9 / EZG S EA 9	1	85,5	8,5	356
BP 10 / EZG S EA 10	1	77,9	7,7	30

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	67,7	6,7	417
BP 4 / EZG S EA 4	20	73,3	15,7	976
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	60,8	6,0	118
BP 7 / EZG S EA 7	1	91,5	9,1	56
BP 8 / EZG S EA 8	1	70,2	7,0	253

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>2 331</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 4:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

b) Ergebnisübersicht, DvWK-Regen (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
EZG S EA 1	1	82,1	8,1	355
EZG S EA 2	1	72,8	7,2	266
EZG S EA 3	1	91,5	9,1	80
EZG S EA 3	20	93,0	19,9	175
EZG S EA 5	1	67,7	6,7	219
EZG S EA 6	1	91,5	9,1	176
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	91,5	9,1	5
EZG S EA 9	1	85,5	8,5	356
EZG S EA 10	1	77,9	7,7	30

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	67,7	6,7	417
BP 4 / EZG S EA 4	20	73,3	15,7	970
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	60,8	6,0	118
BP 7 / EZG S EA 7	1	91,5	9,1	56
BP 8 / EZG S EA 8	1	70,2	7,0	253

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	2 331
--	--------------

Fortsetzung Anlage 4:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

c) Ergebnisübersicht, PECHER-Regen anfangsbetont (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	82,1	8,1	350
BP 2 / EZG S EA 2	1	72,8	7,2	260
BP 3 / EZG S EA 3	1	91,5	9,1	79
BP 3 / EZG S EA 3	20	93,0	19,9	173
BP 5 / EZG S EA 5	1	67,7	6,7	213
BP 6 / EZG S EA 6	1	91,5	9,1	175
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	91,5	9,1	5
BP 9 / EZG S EA 9	1	85,5	8,5	352
BP 10 / EZG S EA 10	1	77,9	7,7	30

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	20	67,7	6,7	405
BP 4 / EZG S EA 4	20	73,3	15,7	934
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	60,8	6,0	113
BP 7 / EZG S EA 7	1	91,5	9,1	56
BP 8 / EZG S EA 8	1	70,2	7,0	247

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>2 285</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 4:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

d) Ergebnisübersicht, PECHER-Regen endbetont (Regendauer: 15 Minuten):

Festlandseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 1 / EZG S EA 1	1	82,1	8,1	354
BP 2 / EZG S EA 2	1	72,8	7,2	265
BP 3 / EZG S EA 3	1	91,5	9,1	80
BP 3 / EZG S EA 3	20	93,0	19,9	174
BP 5 / EZG S EA 5	1	67,7	6,7	217
BP 6 / EZG S EA 6	1	91,5	9,1	176
BP 6.1 / EZG S EA 6.1	1	91,5	9,1	5
BP 9 / EZG S EA 9	1	85,5	8,5	355
BP 10 / EZG S EA 10	1	77,9	7,7	30

Inselseite				
Berechnungspunkt / Einzugsgebiet	Wiederkehrintervall [a]	Abflussbeiwert Ψ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
BP 4 / EZG S EA 4	1	67,7	6,7	414
BP 4 / EZG S EA 4	20	73,3	15,7	961
BP 4.1 / EZG S EA 4.1	1	60,8	6,0	116
BP 7 / EZG S EA 7	1	91,5	9,1	56
BP 8 / EZG S EA 8	1	70,2	7,0	251

<p>Gesamtdurchfluss [l/s]</p> <p>Nur zur Orientierung in Bezug darauf, für welche Regenverteilung die Durchflüsse für ein Wiederkehrintervall von T = 1 Jahr maximal werden.</p>	<p>2 319</p>
--	---------------------

Fortsetzung Anlage 4:

Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Worst Case

e) *Durchflussganglinien für die Niederschlagsverteilung mit den höchsten Scheiteldurchflüssen (Blockregen):*

