



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

**Ermittlung des Scheiteldurchflusses für den Zufluss  
zum Düker auf der Inselseite mittels Niederschlag-  
Abfluss-Modellierung**

**Hydro? logo!**

Dr. Volkmar Dunger

Neue Hauptstraße 150 a  
09618 Brand-Erbisdorf  
ST Langenau

**Fortschreibung der Niederschlag-Abfluss-Untersuchungen im Umfeld des geplanten Absenktunnels Fehmarnsundquerung:**

**Ermittlung des Scheiteldurchflusses für den Zufluss zum Düker auf der Inselfeite mittels Niederschlag-Abfluss-Modellierung**

## **Inhaltsverzeichnis**

	Seite
1. Veranlassung, Zielstellung	5
2. Methodik	5
3. Aufbau und Parametrisierung des Niederschlag-Abfluss-Modells	5
4. Modellierte Scheiteldurchflüsse	5
5. Anlagenverzeichnis	6

## 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**

Für den Düker auf der Inselseite ergibt sich auf Grund von Planänderungen eine Neuberechnung des Scheiteldurchflusses. Dies zieht eine Novellierung der Niederschlag-Abfluss-Modellierung nach sich.

## **2. Methodik**

Die Methodik der Ermittlung von Starkregenabflüssen gestaltet sich analog derer der bisherigen Untersuchungen.

## **3. Aufbau und Parametrisierung des Niederschlag-Abfluss-Modells**

Analog den bisherigen Modellrechnungen werden die Regenverteilungen Blockregen, DVWK-Regen, PECHER-Regen (anfangs- und endbetont) betrachtet. Detail sind die beiden Fälle Mid Case (Wiederkehrintervall  $T = 10$  a, mittlere Vorfeuchte) und Worst Case ( $T = 25$  a, mittlere Vorfeuchte) zu untersuchen.

Der Aufbau des N-A-Modells schließt die Entwässerungsstrategie (Entwässerungsrichtungen, Knotenpunkte) ein. Die entsprechenden Zuarbeiten erfolgten durch die Ramboll Deutschland GmbH Hamburg.

Das Einzugsgebiet ist in insgesamt 4 Teileinzugsgebiete unterteilt worden. In der Anlage 1 sind Lage der Teileinzugsgebiete sowie die sich ergebenden Knotenpunkte visualisiert. Eine Übersicht über die wesentlichen morphometrischen und Landnutzungsparameter enthält die Anlage 2.

Die für jeden Entwässerungspunkt ermittelten Durchflusssganglinien wurden entsprechend der Abflussrichtung mittels Isochronenmethode überlagert, d. h. es fanden Laufzeitdifferenzen bei der Konzentration der gebildeten Abflüsse Berücksichtigung. Analog den bisherigen Untersuchungen wurde in 0. Näherung von einer mittleren Fließgeschwindigkeit im Starkregenfall von 2 m/s ausgegangen.

## **4. Modellierte Scheiteldurchflüsse**

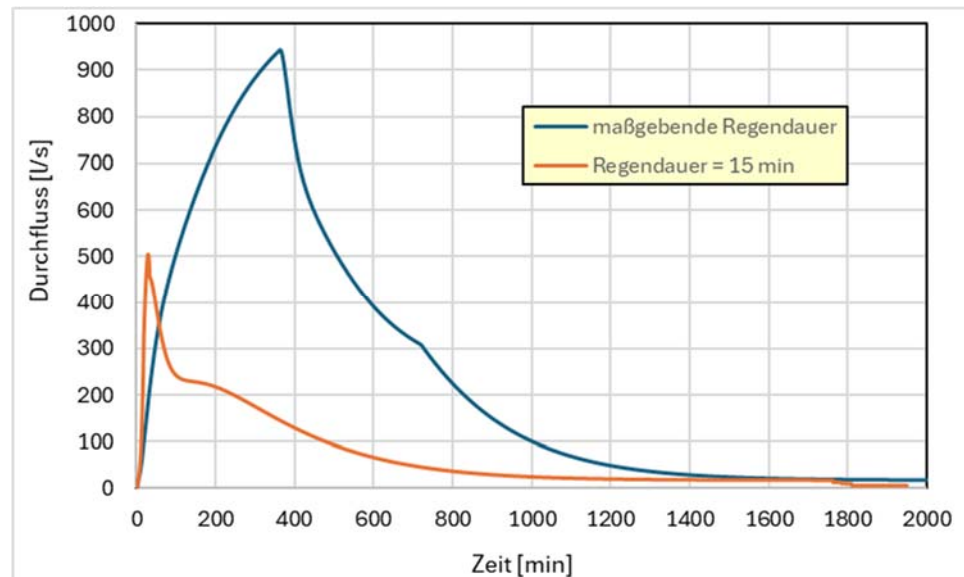
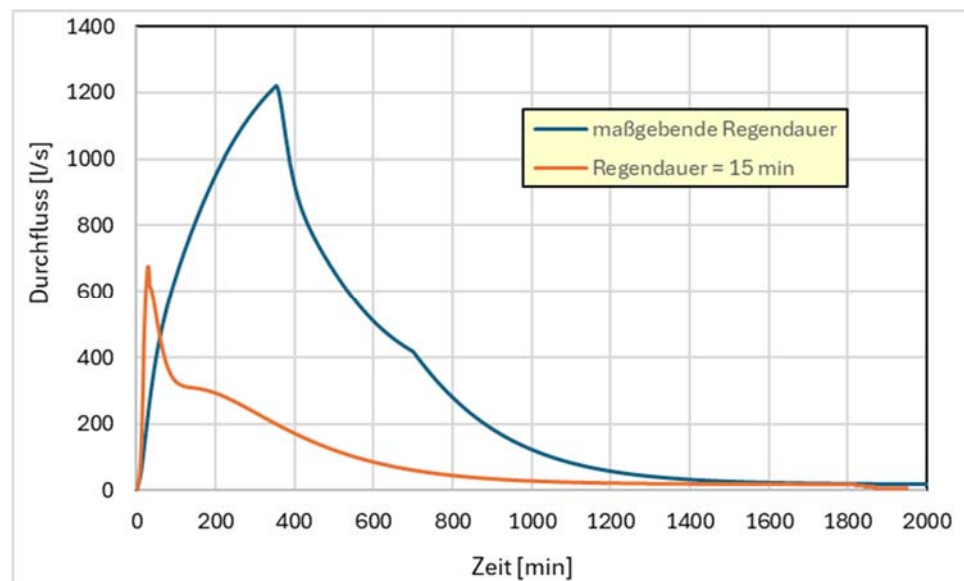
Die Tabelle 1 enthält die modellierten Scheiteldurchflüsse für den Mid Case und den Worst Case am Endpunkt der Modellierung, d. h. im Zuflussbereich zum Düker. Die Details sind den Anlagen 3 bis 6 zu entnehmen.

Die Anlagen 3 bis 6 enthalten u. a. die Ergebnisse für die Teileinzugsgebiete sowie für die Knotenpunkte der Teileinzugsgebiete. Zum Vergleich sind in den Anlagen 3 und 4 auch die Scheiteldurchflüsse, die sich für eine Regendauer von 15 min ergeben, aufgeführt.

Es wird deutlich, dass die tatsächlich maßgebenden Regendauern deutlich größer ausfallen. Zu sehen ist dieses Ergebnis auch in den Abbildungen 1 und 2, in denen die Durchflusssganglinien für die beiden Fälle Mid und Worst Case dargestellt sind.

Tabelle 1: Modellierte Scheiteldurchflüsse am Zuflusspunkt zum Düker

Fall	Maßgebende Regendauer [min]	Scheiteldurchfluss [l/s]
Mid Case	359	945
Worst Case	349	1 222

Abb. 1:  
Durchflussganglinien  
zum Düker für den  
Mid CaseAbb. 2:  
Durchflussganglinien  
zum Düker für den  
Worst Case

## 5. Anlagenverzeichnis

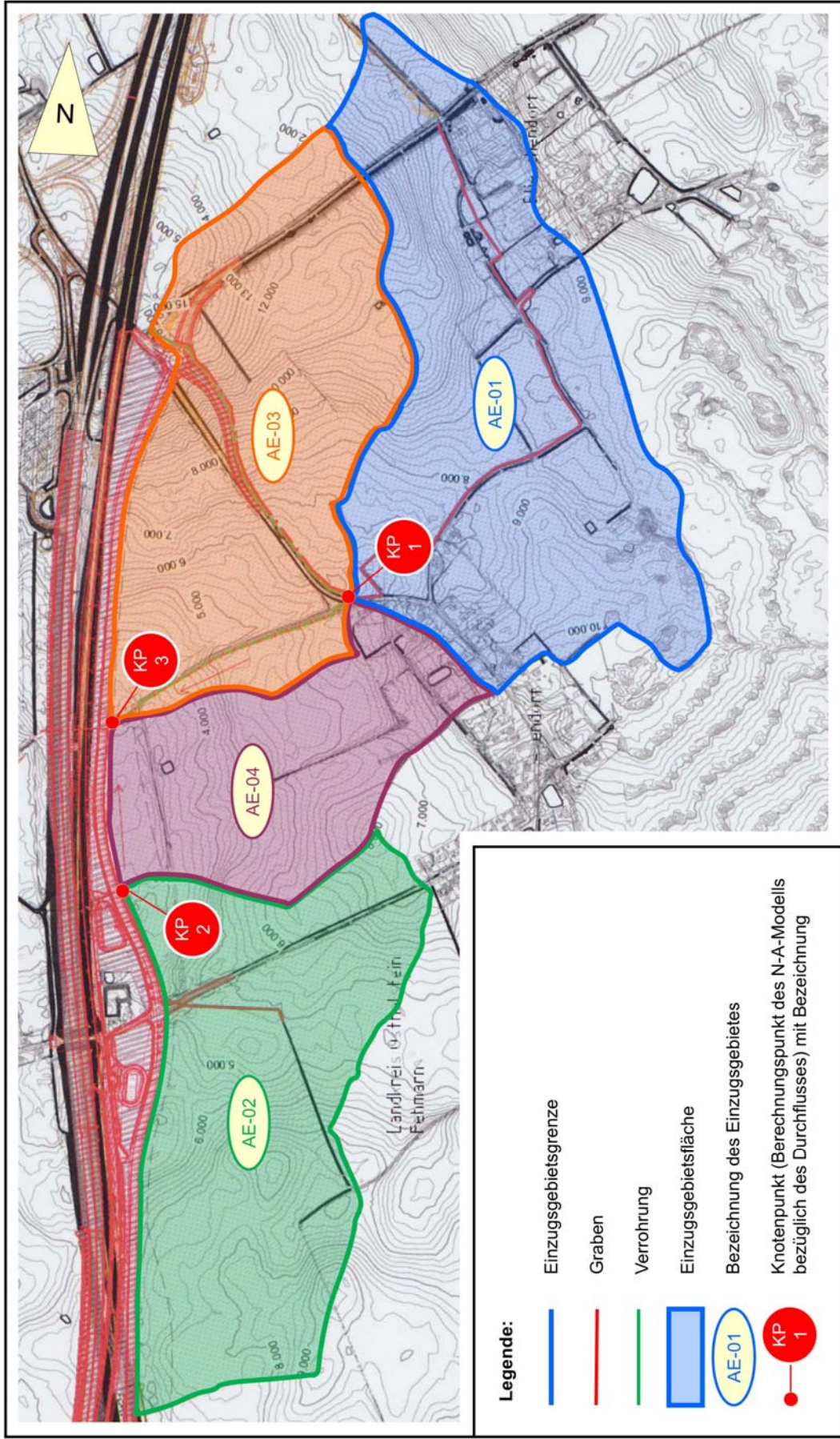
Anlage 1: Einzugsgebiete der Restfläche Ost für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung

Anlage 2: Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für die Restfläche Ost (Inselseite)

- Anlage 3: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Mid Case
- Anlage 4: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Worst Case
- Anlage 5: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern  $P_{\text{maßg.}}$ , Mid Case
- Anlage 6: Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern  $P_{\text{maßg.}}$ , Worst Case

## **Anlagen**





Anlage 1:

# **Einzugsgebiete der Restfläche Ost für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung**

Kartengrundlage: Ramboll Deutschland GmbH Hamburg

Anlage 2:

**Wesentliche Eingabeparameter des N-A-Modells zur Berechnung der Oberflächenabflüsse im Starkregenfall für die Restfläche Ost (Insel-seite)**

**a) morphometrische Parameter:**

Einzugsgebiet	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Längster Fließweg [km]	Länge aller Vorfluter [km]	Höchster Punkt [m NHN]	Niedrigster Punkt [m NHN]	Höhenunterschied [m]
AE-01 Blieschendorf	0,479	1,587	1,361	12,25	6,05	6,20
AE-02 Süd	0,369	0,925	0,425	9,45	2,00	7,45
AE-03 Nord	0,379	1,426	1,065	16,45	2,00	14,45
AE-04 Avendorf	0,211	1,090	0,284	8,90	2,00	7,90

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

Einzugsgebiet	Ödland (unbewachsen)	Kartoffeln/Mais/Raps	Wein (Terrassen)	Getreide, Futterpflanzen	Weide (fett)	Weide (normal)	Weide (karg)	Dauergrünland	Haine, Obstanlagen	Einzelne Büsche/Bäume	Wald (mitteldicht)	Wald (dicht)	Wald (sehr dicht)	Wirtschaftshöfe	Feldwege (befestigt)	versiegelte Flächen
AE-01 Blieschendorf	0	86	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	1	8
AE-02 Süd	0	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
AE-03 Nord	0	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
AE-04 Avendorf	0	96	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1

Anlage 3:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Mid Case

### a) Ergebnisse für den Blockregen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	31,9	4,9	229
AE-02	15	27,4	4,2	71
AE-03	15	28,1	4,3	175
AE-04	15	27,0	4,2	43
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				457

### b) Ergebnisse für den DVWK-Regen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	31,9	4,9	227
AE-02	15	27,4	4,2	71
AE-03	15	28,1	4,3	173
AE-04	15	27,0	4,2	43
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				457

Fortsetzung Anlage 3:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Mid Case

### c) Ergebnisse für den PECHER-Regen anfangsbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	31,9	4,9	227
AE-02	15	27,4	4,2	71
AE-03	15	28,1	4,3	173
AE-04	15	27,0	4,2	43
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				457

### d) Ergebnisse für den PECHER-Regen endbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	31,9	4,9	255
AE-02	15	27,4	4,2	71
AE-03	15	28,1	4,3	199
AE-04	15	27,0	4,2	43
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				506

Anlage 4:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Worst Case

### a) Ergebnisse für den Blockregen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	35,5	6,6	305
AE-02	15	31,4	5,8	97
AE-03	15	32,1	5,9	238
AE-04	15	31,0	5,7	58
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				614

### b) Ergebnisse für den DVWK-Regen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	35,5	6,6	303
AE-02	15	31,4	5,8	97
AE-03	15	32,1	5,9	236
AE-04	15	31,0	5,7	58
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				614

Fortsetzung Anlage 4:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, Regendauer = 15 min, Worst Case

### c) Ergebnisse für den PECHER-Regen anfangsbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	35,5	6,6	302
AE-02	15	31,4	5,8	97
AE-03	15	32,1	5,9	236
AE-04	15	31,0	5,7	58
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				538

### d) Ergebnisse für den PECHER-Regen endbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	15	35,5	6,6	337
AE-02	15	31,4	5,8	97
AE-03	15	32,1	5,9	268
AE-04	15	31,0	5,7	58
maßgebende Regendauer	15	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 3 für D = 15 min inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				674

Anlage 5:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern $P_{\text{maßg.}}$ , Mid Case

### a) Ergebnisse für den Blockregen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	61	41,0	9,7	348
AE-02	363	49,6	19,2	244
AE-03	62	38,1	9,1	278
AE-04	360	59,0	18,9	140
maßgebende Regendauer	183	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				587
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				219
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				899

### b) Ergebnisse für den DVWK-Regen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	57	40,5	9,4	389
AE-02	353	49,4	19,0	230
AE-03	57	37,5	8,7	269
AE-04	353	48,9	18,7	132
maßgebende Regendauer	176	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				532
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				204
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				812



Fortsetzung Anlage 5:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern $P_{\text{maßg.}}$ , Mid Case

### c) Ergebnisse für den PECHER-Regen anfangsbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	240	49,7	17,3	342
AE-02	540	52,3	22,4	219
AE-03	235	47,2	16,3	278
AE-04	534	51,7	22,1	127
maßgebende Regendauer	359	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				613
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				210
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				945

### d) Ergebnisse für den PECHER-Regen endbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	30	36,4	7,0	313
AE-02	196	45,4	14,9	226
AE-03	30	33,1	6,4	247
AE-04	181	44,4	14,2	129
maßgebende Regendauer	95	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				468
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				187
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				676



Anlage 6:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern $P_{\text{maßg.}}$ , Worst Case

### a) Ergebnisse für den Blockregen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	60	45,1	12,8	460
AE-02	361	54,3	25,2	320
AE-03	62	42,6	12,2	372
AE-04	360	53,7	24,9	184
maßgebende Regendauer	182	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				771
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				289
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				1 183

### b) Ergebnisse für den DVWK-Regen:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	57	44,7	12,5	445
AE-02	353	54,1	25,0	301
AE-03	57	42,0	11,8	358
AE-04	360	53,7	24,9	173
maßgebende Regendauer	177	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				696
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				269
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				1 065

Fortsetzung Anlage 6:

## Modellergebnisse zu den Scheiteldurchflüssen im Starkregenfall, maßgebende (einzugsgebietsabhängige) Regendauern $P_{\text{maßg.}}$ , Worst Case

### c) Ergebnisse für den PECHER-Regen anfangsbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	235	54,0	22,4	440
AE-02	534	56,9	29,3	285
AE-03	235	51,9	21,5	361
AE-04	488	55,7	27,9	166
maßgebende Regendauer	349	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				788
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				275
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				1 222

### d) Ergebnisse für den PECHER-Regen endbetont:

Einzugsgebiet	Regendauer [min]	Abflussbeiwert $\Psi$ [%]	Oberflächenabfluss [mm]	Scheiteldurchfluss [l/s]
AE-01	30	40,5	9,4	416
AE-02	196	50,1	19,8	297
AE-03	30	37,5	8,7	334
AE-04	181	49,1	19,0	169
maßgebende Regendauer	95	Wichtung entsprechend den Einzugsgebietsgrößen		
Knotenpunkt				Scheiteldurchfluss [l/s]
KP 1 für $P_{\text{maßg.}}$				625
KP 2 für $P_{\text{maßg.}}$				247
KP 3 für $P_{\text{maßg.}}$ inkl. Verzögerungen von KP1 (4 min) und KP 2 (2 min)				898