



h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

fbu

FACHBEREICH BAU- UND
UMWELTINGENIEURWESEN

Forschungssemester SoSe 2022

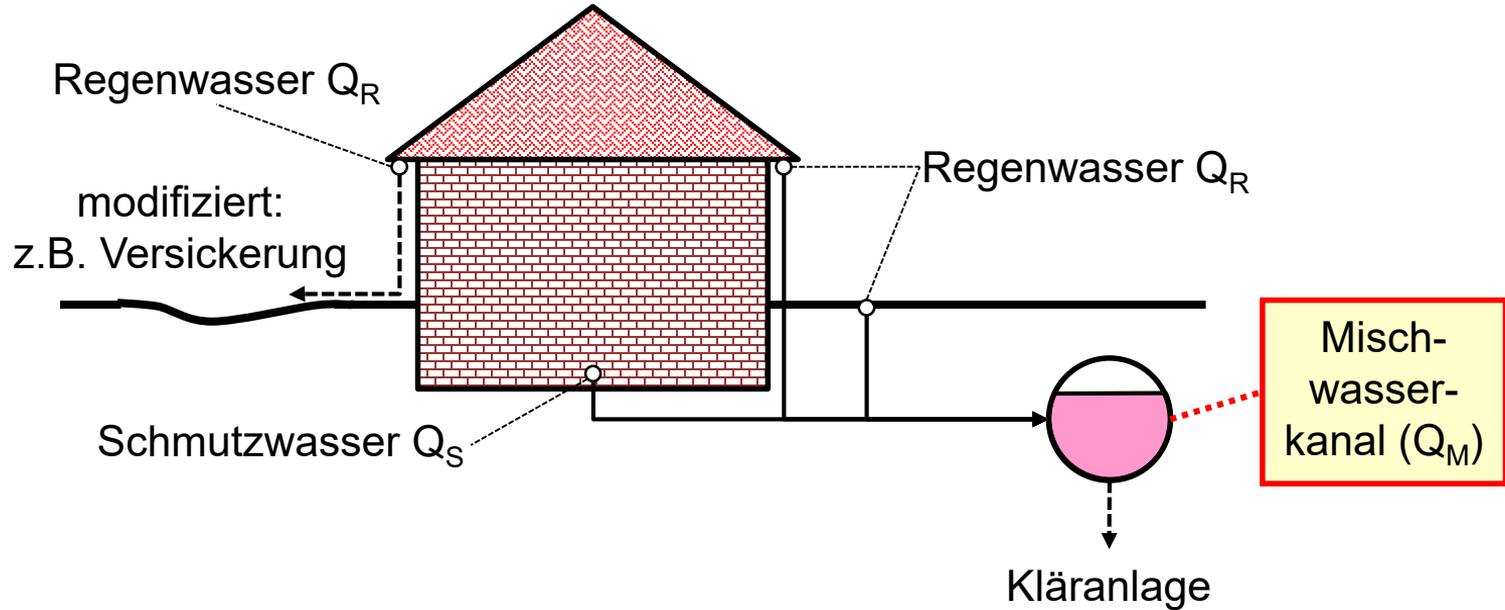
Emissionen aus Trenn- und Mischsystemen gemäß DWA-A 102-2

1
2
3
4
5

- 1. Einführung, Grundbegriffe**
- 2. Vorstellung DWA-A 102**
- 3. Vergleich Emission Mischsystem / Trennsystem**
- 4. Modifikationen / Verbesserungen am Arbeitsblatt**
- 5. Zusammenfassung und Empfehlung**

Mischsystem

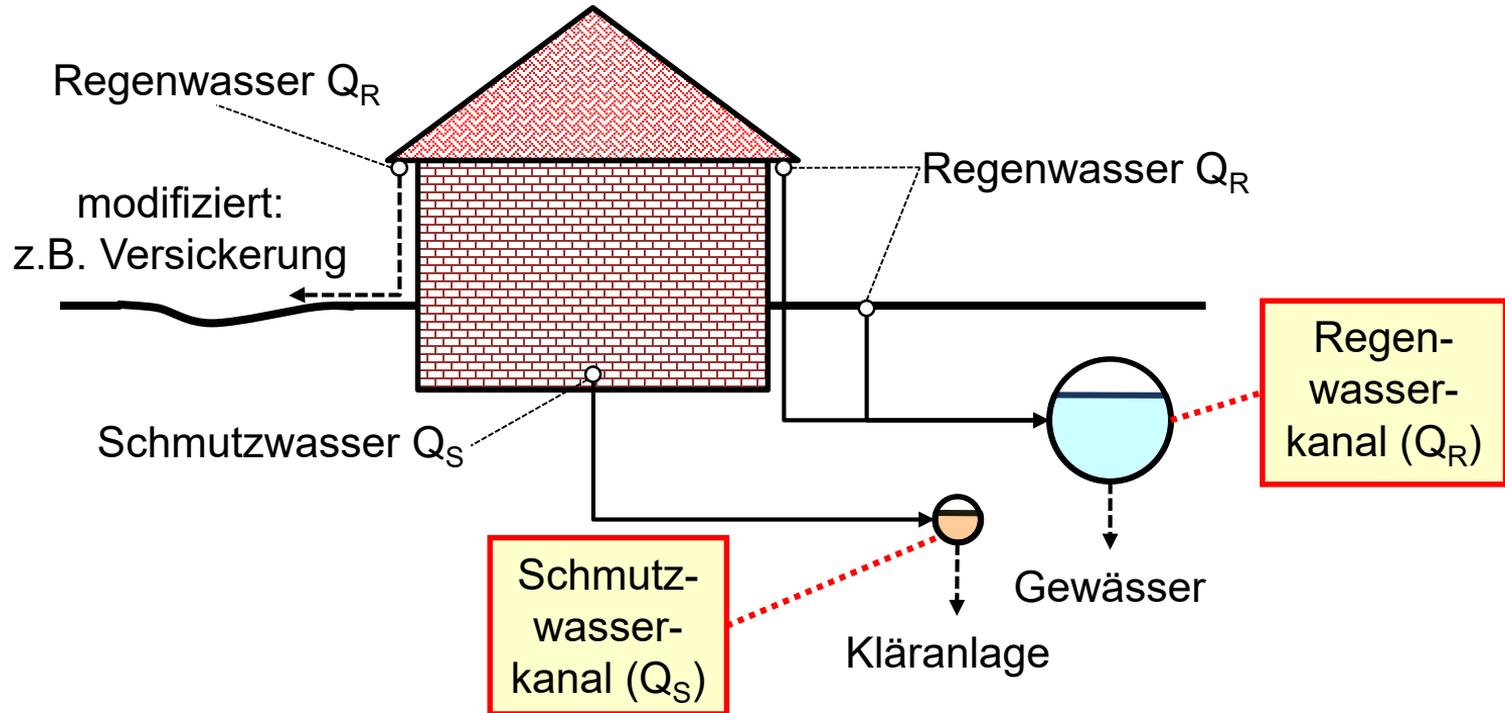
- Alle Abwasserarten ($Q_M = Q_S + Q_R$) gemischt in einem Kanalsystem



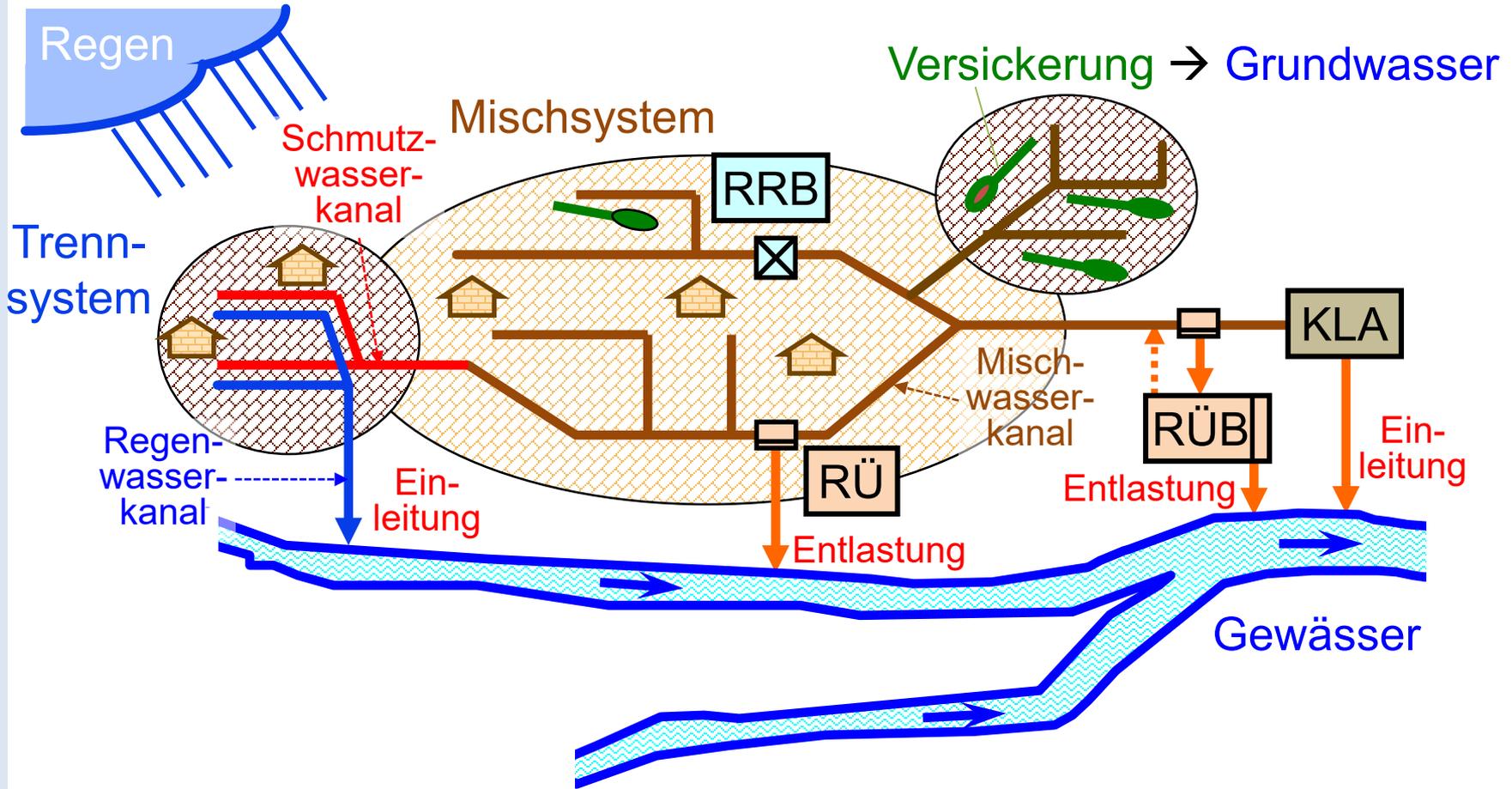
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Trennsystem

- Schmutz- (Q_S) und Regenwasser (Q_R) getrennt in zwei Kanalsystemen

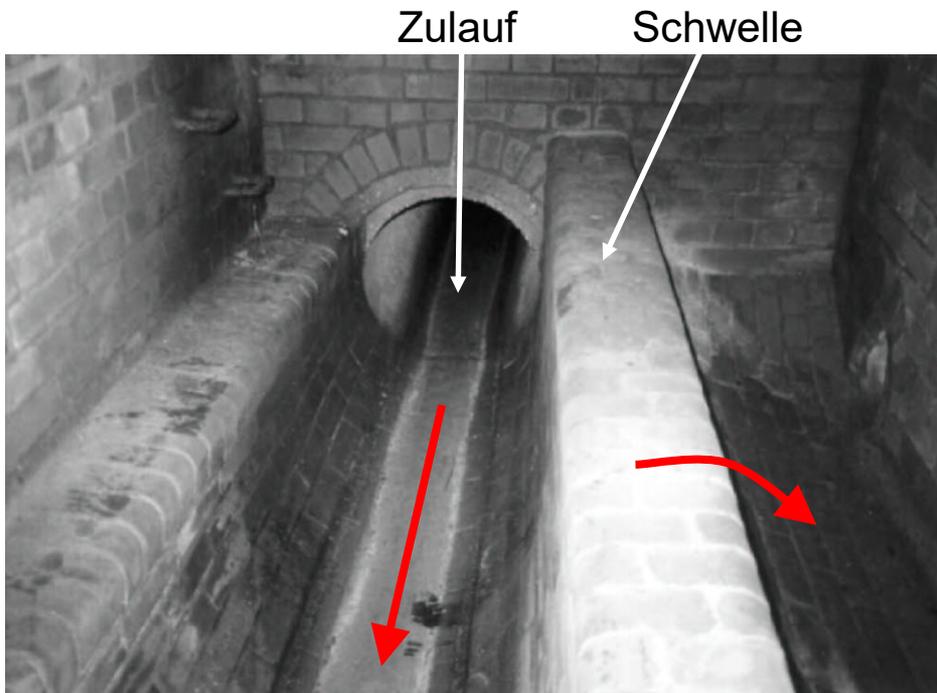
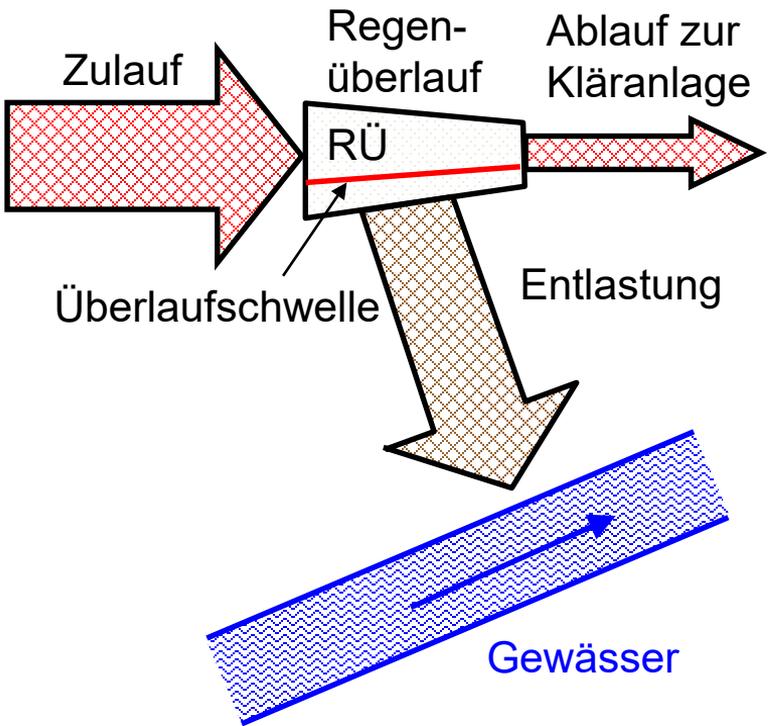


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



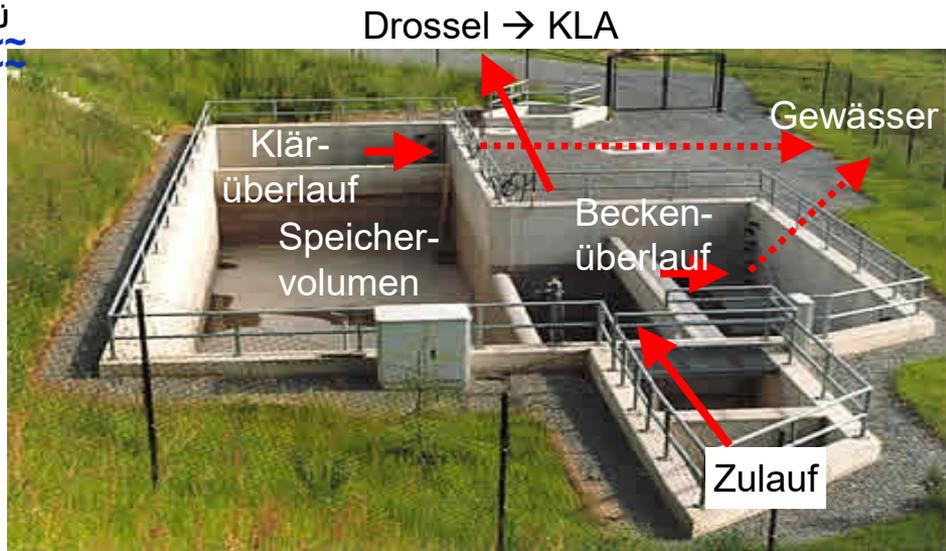
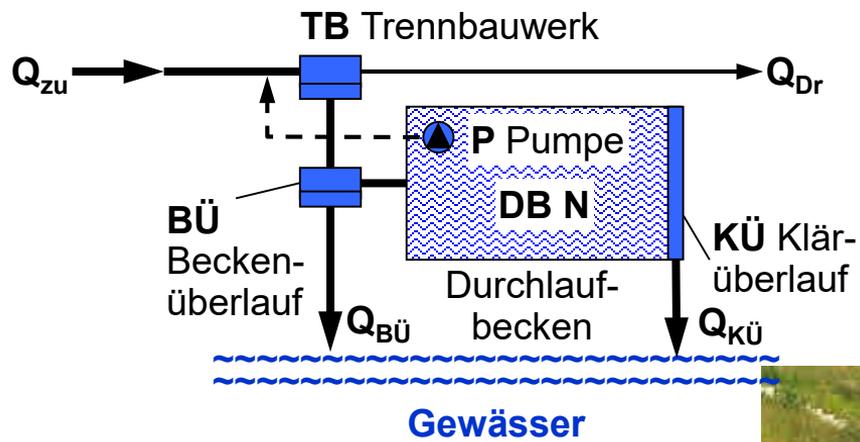
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Funktionsschema



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

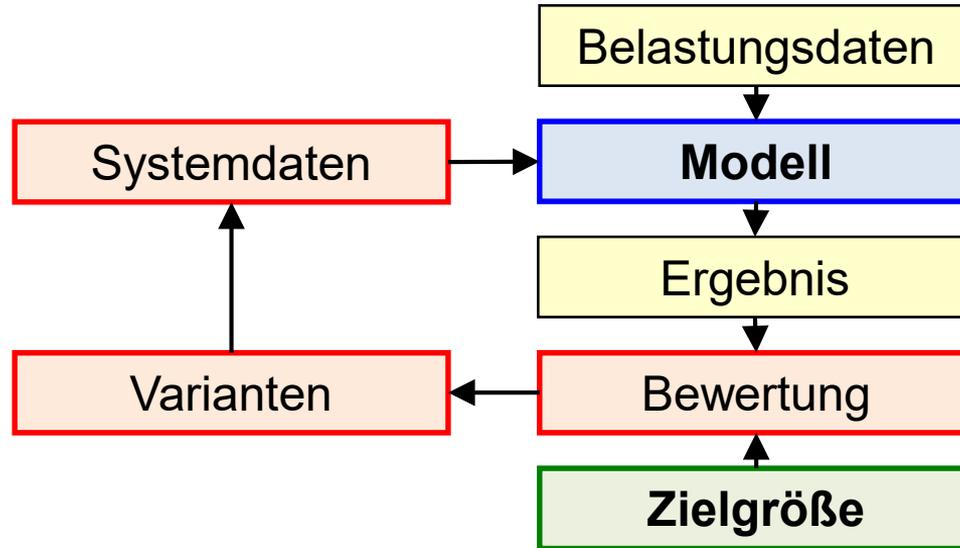
Funktionsschema



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

EDV-Berechnungsmodell

- ... für den Nachweis von Misch- und Regenwasserbehandlungsanlagen
- ... kein Dimensionierungs-, sondern Nachweisverfahren
- Niederschlag-Abfluss-Modell → Abflüsse / Wassermengen
- zusätzlich Simulation → Schmutzstoffe / Schmutzfrachten



1
2
3
4
5

Bisher gültiges Regelwerk (für Mischsysteme):

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- ATV-A 128 (April 1992)

ATV: Abwassertechnische
Vereinigung e.V.

Bemessung und Gestaltung von
Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen

- Grundidee:

Aus **Mischsystem** darf durch Regenwasser über
Fließwege Kläranlage und Entlastungsbauwerke **nicht
mehr** CSB-Fracht entlasten **als** aus Regenwassernetz
vom **Trennsystem**

- Basis für Anforderung in fast allen Bundesländern (→ a.a.R.d.T.)

Neues Regelwerk → Arbeitsblattreihe DWA-A/M 102

- 1 ■ **Teil 1:** Allgemeines 12/2020
- 2 ■ **Teil 2:** Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen 12/2020
- 3 ■ **Teil 3:** Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen 10/2021
- 4 ■ **Teil 4:** Wasserhaushaltsbilanz Bewirtschaftung Niederschlagsw. 03/2022
- 5 ■ **Teil 5:** Hydromorph. und biologische Verf. zur immissionsbez. Bewertung

Regelwerk – DWA-A 102 Teil 1

DWA: Deutsche Vereinigung
für Wasserwirtschaft, Abwasser
und Abfall e. V.

- Ziele:
 - möglichst geringe Beeinträchtigung Wasserhaushalt durch Siedlungsentwässerung
 - widersprüchliche / konkurrierende Arbeitsblätter aktualisieren und vereinheitlichen (ATV-A 128, DWA-M 153, BWK-M 3, BWK-M 7, ...)
- Orientierung an:
 - EU-WRRL → „guter Zustand“
 - WHG → „Reduzierung von Menge und Schädlichkeit“

Regelwerk – DWA-A 102 Teil 2 (für Misch- und Trennsysteme!)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Emissionsbezogene Regelungen → wesentliche Neuerungen
 - Stoffliche Belastung der Niederschlagsabflüsse
 - alt: CSB → neu: AFS_{63} ($< 63 \mu\text{m}$)
 - Flächenbelastung → Kategorien I - III (280 / 530 / 760 kg AFS_{63} /ha/a)
 - „Sonderfall“ Mischwasserbehandlung
 - Kontinuität zu ATV-A 128, Regelanwendung Schmutzfrachtmodell
 - geringfügige Anpassung Bemessungs- / Nachweisverfahren
 - Gewässerbelastung → Schmutzfracht kann \uparrow oder \downarrow als beim Trennsystem sein
 - Verzahnung mit immissionsbezogenen Regelungen aus Teil 3

3 Verschmutzungskategorien für Niederschlagswasser:

	Belastung Niederschlagswasser		
Oberfläche	gering belastetet (Kat. I)	mäßig belastetet (Kat. II)	stark belastetet (Kat. III)
Gewässer	Einleitung ohne Behandlung	grundsätzlich technische Behandlung erforderlich	
Grundwasser	Versickerung und gegebenenfalls Behandlung gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138		
Stoffabtrag kg AFS ₆₃ /(ha·a)	280	530	760
Mittlere Konz. C _{R,AFS63} in mg/l	50	95	136

Zielgröße „zulässiger Stoffaustrag“
(oberirdische Gewässer)

3 Kategorien für Niederschlagsw. – Flächeneinteilung (Auszug)

Flächenart	Flächenspezifizierung	Kürzel	Kat.
Dächer (D)	Dachflächen $\leq 50 \text{ m}^2$ + Dachflächen $> 50 \text{ m}^2$ (außer SD1 und SD2)	D	I
Hof- und Wegeflächen (VW), Verkehrsfl. (V)	Fuß-, Rad- und Wohnwege, Hof- und Wegeflächen ohne Kfz-Verkehr (kein Fahrzeugwaschen), Garagenzufahrten bei Einzelhausbebauung, Fußgängerzonen ohne Marktstände und seltenen Freiluftveranstaltungen	VW1	I
	Hof- und Verkehrsflächen in Wohngebieten mit geringem Kfz-Verkehr ($\text{DTV} \leq 300$ oder ≤ 50 Wohneinheiten), Zufahrten zu Sammelgaragen, Park- und Stellplätze mit geringer Frequentierung	V1	
Hof- und Wegeflächen (VW), Verkehrsfl. (V)	Marktplätze, Flächen mit häufigen Freiluftveranstaltungen, Einkaufsstrassen in Wohngebieten	VW2	II
	Hof- und Verkehrsflächen außerhalb von Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mäßigem Kfz-Verkehr (DTV 300 bis 15.000), zwischengemeindliche Straßen- und Wegeverbindungen, Zufahrten zu Sammelgaragen, Park- und Stellplätze mit mäßiger Frequentierung, Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit geringem Kfz-Verkehr ($\text{DTV} \leq 2.000$) (außer SV und SVW)	V2	
Hof- und Wegeflächen (VW), Verkehrsfl. (V)	Verkehrsflächen außerhalb von Misch- und Gewerbe- und Industriegebieten mit hohem Kfz-Verkehr ($\text{DTV} > 15.000$), Park- und Stellplätze mit hoher Frequentierung, Hof- und Verkehrsflächen in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten mit mittlerem oder hohem Kfz-Verkehr ($\text{DTV} > 2.000$) (außer SV und SWV)	V3	III

1
2
3
4
5

Trennsystem: Hauptziel

- Einhaltung zulässiger Stoffaustrag von $b_{R,a,AFS63} \leq 280 \text{ kg AFS}_{63}/\text{ha/a}$
- Belastungskategorien II und III vorhanden → Behandlung vor Einleitung
- Erforderlicher Wirkungsgrad Behandlungsmaßnahme:

$$\eta_{\text{erf}} = 1 - \frac{b_{R,a,AFS63,\text{zulässig}}}{b_{R,a,AFS63,\text{vorhanden}}}$$

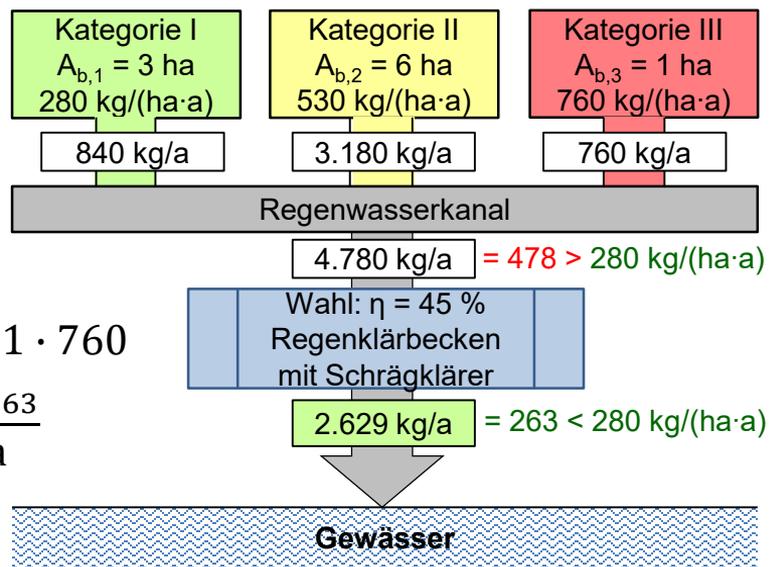
- z.B.: 30 % Kat. I, 60 % Kat. II, 10 % Kat. III
(Anteile bez. auf befestigte Fläche)

$$b_{R,a,AFS63,\text{vorhanden}} = 0,3 \cdot 280 + 0,6 \cdot 530 + 0,1 \cdot 760$$

$$= 478 \frac{\text{kg AFS}_{63}}{\text{ha} \cdot \text{a}}$$

$$\eta_{\text{erf}} \geq 1 - \frac{280}{478} = 0,41 = 41 \%$$

- Allerdings nach Möglichkeit → keine Vermischung der Abflüsse



Mischsystem: Hauptziel

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Nicht Einhaltung zulässiger Stoffaustrag, sondern Sicherstellung Kontinuität zum alten Regelwerk (ATV-A 128)
 - Ermittlung des Volumens vom → „Fiktiven Zentralbecken“ (vor KLA)
 - Damit: Einhaltung einer zulässigen Entlastungsrate

Ermittlung von 13 Eingangsgrößen für Formblatt

- Gebietskenngrößen: h_{Na} , $A_{b,a}$, f_D , t_f , NG_m , $\emptyset \cdot I_s$, Flächenant. Kat. I, II, III
- Abflüsse / Konzentration: Q_M bzw. Q_{Dr} , $Q_{T,aM}$, $Q_{T,h,max}$, $Q_{R,Tr}$, $c_{T,aM,CSB}$
- Damit kann mit Formblatt Volumen Zentralbecken ermittelt werden

Zusammenfassung Formblatt Teil 1 – 13 Eingangsgrößen

1	Mittlere jährliche Niederschlagshöhe	h_{Na}		[mm]
2	angeschl. befestigte Gesamtfläche, Kat. I	$A_{b,a,I}$		[ha]
3	angeschl. befestigte Gesamtfläche; Kat. II	$A_{b,a,II}$		[ha]
4	angeschl. befestigte Gesamtfläche; Kat. III	$A_{b,a,III}$		[ha]
5	Abminderungsfaktor durchlässige Teilflächen	f_D		[-]
6	längste Fließzeit im Gesamtgebiet	t_f		[min]
7	mittlere Geländeneigungsgruppe	NG_m		[-]
8	längengewichtetes Produkt $\emptyset \cdot$ Gefälle	$d \cdot I_S$		[m]
9	Drosselabfluss zur Kläranlage	Q_{Dr}, Q_M		[l/s]
10	Trockenwetterabfluss, Jahresmittel	$Q_{T,aM}$		[l/s]
11	Trockenwetterabfluss, Tagesspitze	$Q_{T,h,max}$		[l/s]
12	Regenabfluss aus Trenngebieten	$Q_{R,Tr}$		[l/s]
13	CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss	$C_{T,aM,CSB}$		[mg/l]

1
2
3
4
5

Zusammenfassung Formblatt Teil 2 – Zwischenwerte

14	angeschlossene befestigte Gesamtfläche	$A_{b,a}$	$= A_{b,a,I} + A_{b,a,II} + A_{b,a,III}$	[ha]
15	Flächenanteile Belastungskategorie I (280 kg/(ha·a))	p_I	$= A_{b,a,I} / A_{b,a}$	[%]
16	Flächenanteile Belastungskategorie II (530 kg/(ha·a))	p_{II}	$= A_{b,a,II} / A_{b,a}$	[%]
17	Flächenanteile Belastungskategorie III (760 kg/(ha·a))	p_{III}	$= A_{b,a,III} / A_{b,a}$	[%]
18	CSB-Konzentration im Regenwasserabfluss	$C_{R,CSB}$	Standard: 107 mg/l	[mg/l]
19	CSB-Konzentration im Ablauf KLA (bei RW)	$C_{K,CSB}$	Standard: 70 mg/l	[mg/l]
20	Regenabfluss zur KLA (bez. auf $Q_{T,aM}$)	$Q_{R,Dr}$	$= Q_M - Q_{T,aM} - Q_{R,Tr}$	[l/s]
21	Regenabflußspende	$q_{R,Dr}$	$= Q_{R,Dr} / A_{b,a}$	[l/sha]
22	TW-Spende aus Gesamtgebiet	$q_{T,aM}$	$= Q_{T,aM} / A_{b,a}$	[l/sha]

 1
2
3
4
5

Zusammenfassung Formblatt Teil 3 – Zwischenwerte

23	Fließzeitabminderung	a_f	$= 0.5 + 50 / (t_f + 100); > 0.885$	[-]
24	mittlerer Regenabfluss bei Entlastung	Q_{re}	$= a_f \cdot (3.0 \cdot A_{b,a} \cdot f_D + 3.2 \cdot Q_{R,Dr})$	[l/s]
25	mittleres Mischungsverhältnis	m	$= (Q_{R,e} + Q_{R,Tr}) / Q_{T,aM}$	[-]
26	Einflußwert TW-Konzentration	a_c	$= c_{T,CSB} / 600 ; > 1.0$	[-]
27	Einflußwert Jahresniederschlagshöhe	a_h	$= h_{Na} / 800 - 1; > -0.25; < 0.25$	[-]
28	x_a -Wert für Kanalablagerungen	x_a	$= 24 \cdot Q_{T,aM} / Q_{T,h,max}$	[-]
29	längengewichtetes Produkt $\emptyset \cdot$ Gefälle	$d \cdot I_S$	$= \Sigma(d_i \cdot I_{s,i} \cdot l_i) / \Sigma l_i$ oder $0,001 \cdot [1 + 2 \cdot (NG_m - 1)]$	[m]
30	τ -Wert für Kanalablagerungen	τ	$= 430 \cdot (q_{T,aM} / f_D)^{0,45} \cdot (d \cdot I_S)$	[-]
31	Einflußwert Kanalablagerungen	a_a	$= (24 / x_a)^2 \cdot (2 - \tau) / 10$	[-]
32	Bemessungskonzentration	$c_{b,CSB}$	$= 600 \cdot (a_c + a_h + a_a)$	[mg/l]
33	flächenspezifischer Frachtabtrag	$b_{R,AFS63}$	$= (p_I \cdot 280 + p_{II} \cdot 530 + p_{III} \cdot 760)$	[kg/ha/a]
34	Einflusswert AFS ₆₃ -Fracht im RW-Abfluss	$a_{R,AFS63}$	$= b_{R,AFS63} / 478 ; \geq 1,0 ; \leq 1,2^*)$	[-]

*) wird als Faktor bei der CSB-Regenwasserkonzentration verwendet

Zusammenfassung Formblatt Teil 4 – Entlast.rate, erf. Volumen

35	rechn. CSB-Entlastungskonzentration	C_e	$= (C_{R,CSB} \cdot a_{R,AFS63} \cdot m + C_{b,CSB}) / (m+1)$	[mg/l]
36	zulässige Entlastungsrate	e_0	$= (C_R - C_K) / (C_e - C_K) \cdot 100$	[%]
37	Hilfsgröße 1	H1	$= (4000 + 25 \cdot q_{R,Dr}/f_D) / (0.551 + q_{R,Dr}/f_D)$	
38	Hilfsgröße 2	H2	$= (36,8 + 13,5 \cdot q_{R,Dr}/f_D) / (0.5 + q_{R,Dr}/f_D)$	
39	spezifisches Mindestspeichervolumen	$V_{s,min}$	Vorgabe 5 m ³ /ha	[m ³ /ha]
40	spezifisches Speichervolumen	V_s	$V_s = \text{MAX} (V_{s,min} ; (H1 / (e_0 + 6) - H2))$	[m ³ /ha]
41	erforderliches Speichervolumen	V	$= V_s \cdot A_{b,a} \cdot f_D = V_s \cdot A_u$	[m³]

1
2
3
4
5

Vorgehensweise

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Variation aller Größen, die das Speichervolumen beeinflussen
 - Ermittlung des Speichervolumens mit Formblatt und Eingabe des Volumens in den Eingabedatensatz für das Schmutzfrachtmodell
 - Berechnung der Entlastungsfracht des Bauwerks mit SF-Modell
 - Vergleich der Ergebnisse mit Grenzwert für Trennsystem

$$b_{R,a,AFS63} \leq 280 \text{ kg AFS}_{63}/\text{ha/a}$$

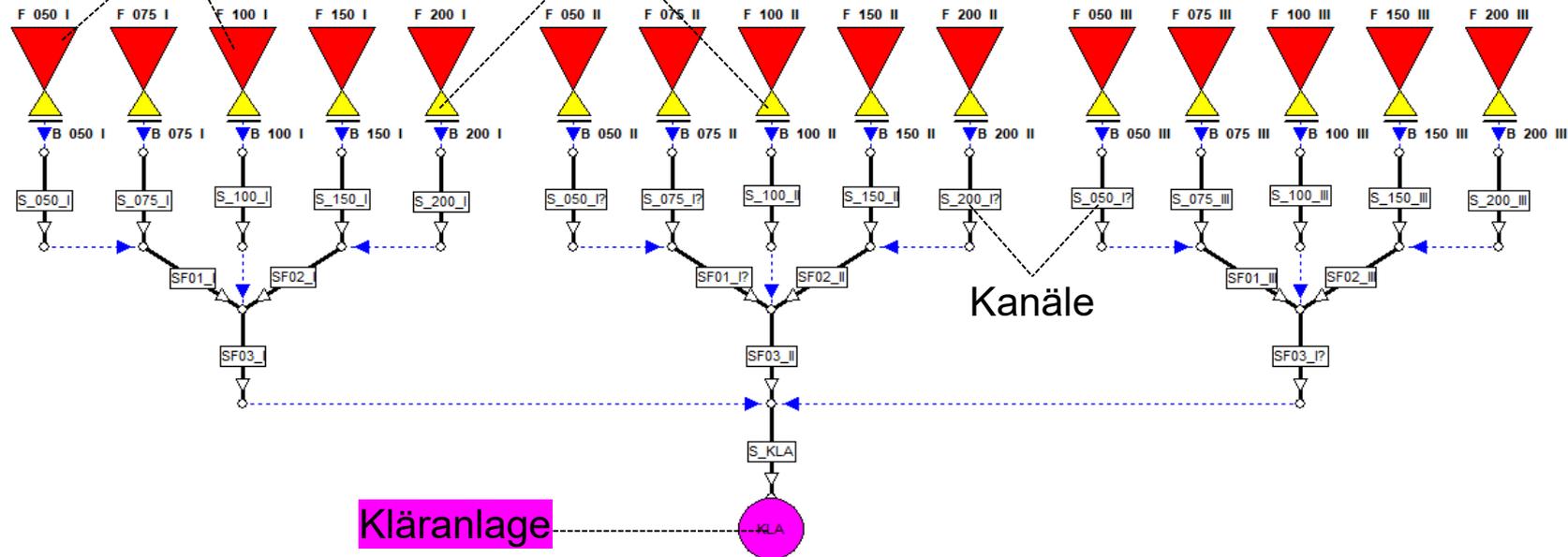
Nr.	Eingangsgröße
1	mittlere jährliche Niederschlagshöhe
2	befestigte Gesamtfläche, Kat. I
3	befestigte Gesamtfläche; Kat. II
4	befestigte Gesamtfläche; Kat. III
5	Abminderungsfaktor durchlässige Teilflächen
6	längste Fließzeit im Gesamtgebiet
7	mittlere Geländeneigungsgruppe
8	längengewichtetes Produkt $\emptyset \cdot \text{Gefälle}$
9	Drosselabfluss zur Kläranlage
10	Trockenwetterabfluss, Jahresmittelwert
11	Trockenwetterabfluss, Tagesspitze
12	Regenabfluss aus Trenngebieten
13	CSB-Konzentration im Trockenwetterabfluss

Grundsystem

- In Grunddatensatz Variation von Kategorie und Bauwerkskenngößen

Kanalisierte Fläche

Regenüberlaufbecken

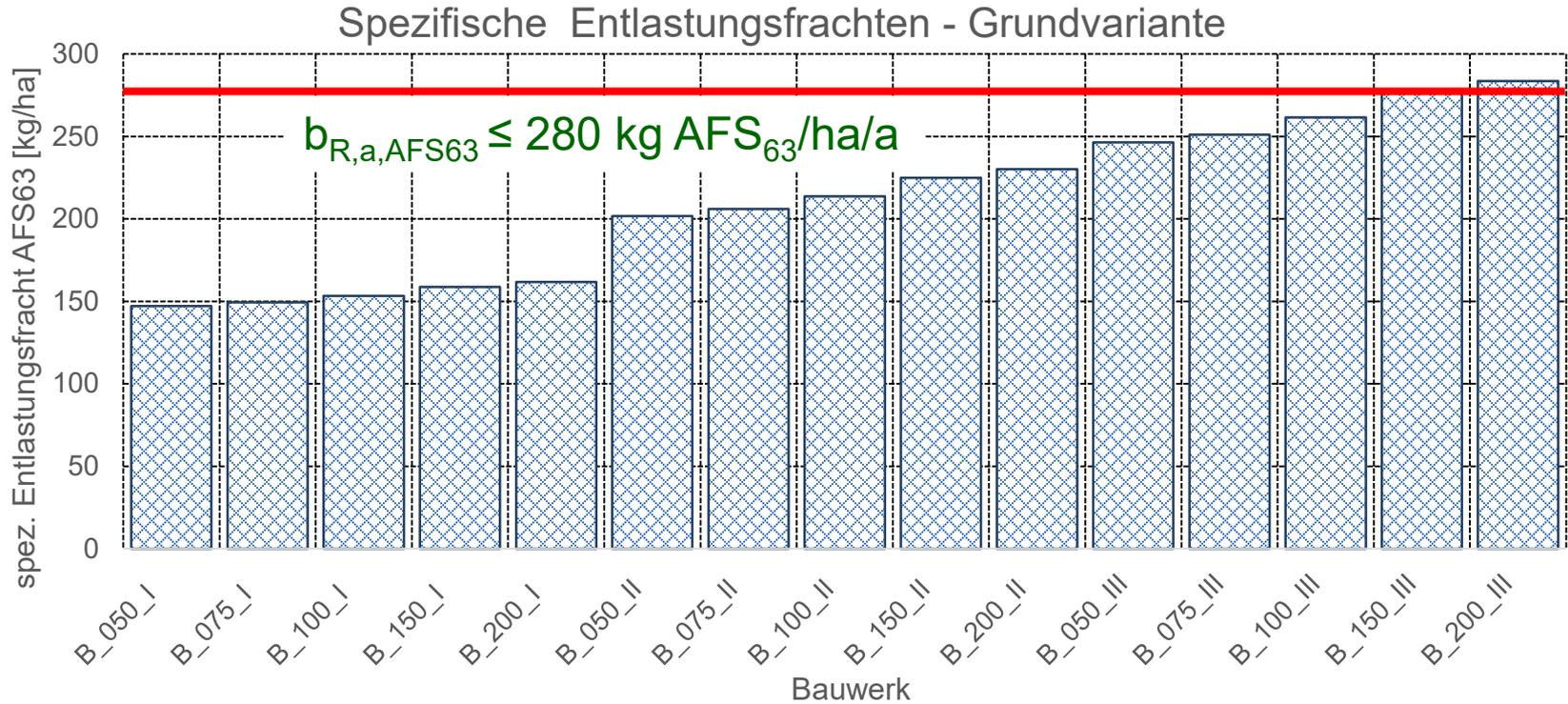


Kanäle

Kläranlage

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

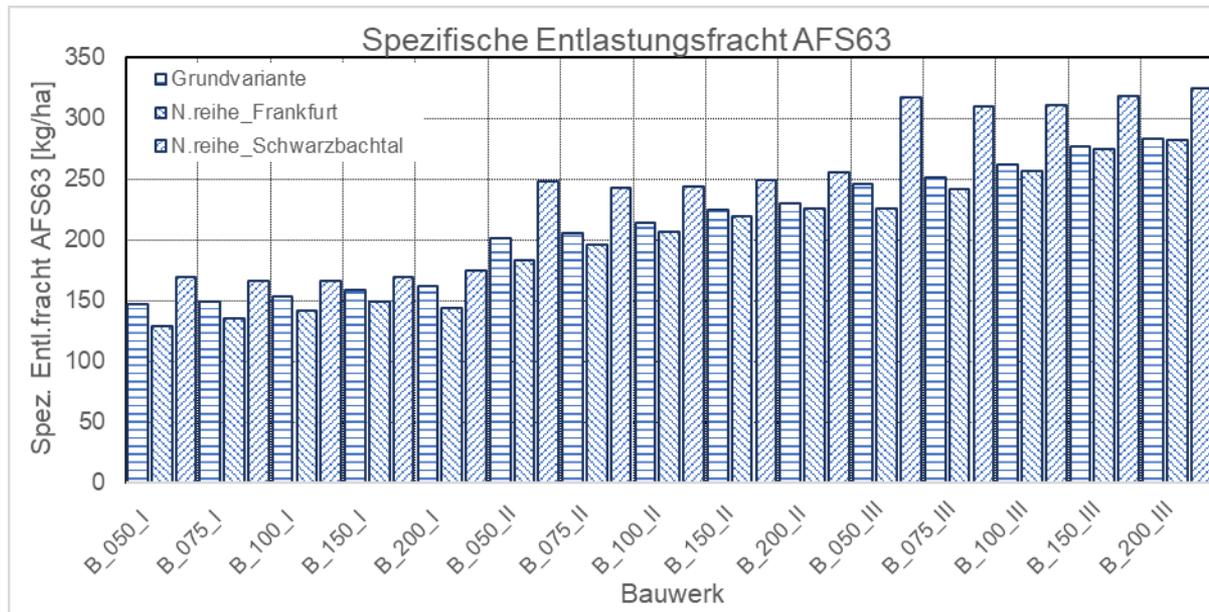
Ergebnisse für die Grundvariante



1
2
3
4
5

Veränderungen gegenüber Grundvariante

- z.B. Variation Regenreihe und damit von mittlerer Niederschlagshöhe



1
2
3
4
5

Zwischenfazit

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- Speichervolumen nach Formblatt ermöglicht keine konstante Einleitefracht und somit keinen vergleichbaren Gewässerschutz
 - Es gab Bauwerke, bei denen „nur“ weniger als $150 \text{ kg AFS}_{63}/\text{ha}/\text{a}$, aber auch Bauwerke, bei denen mehr als $300 \text{ kg AFS}_{63}/\text{ha}/\text{a}$ entlastet werden.
→ wasserwirtschaftlich aber auch juristisch bedenklich
 - Überschreitungen der für Trennsysteme zulässigen $b_{R,a,AFS63} \leq 280 \text{ kg AFS}_{63}/\text{ha}/\text{a}$ waren selten aber kamen bei einzelnen Konstellationen vor.
 - Bei Veränderung der Eingabegrößen ändert sich Speichervolumen gemäß Formblatt i.d.R. nicht angepasst → die Entlastungsfrachten verändern sich gegenüber der Grundvariante z.T. erheblich.

→ dringender Nachbesserungsbedarf ←

Modifikationen:

1. Modifikation:
Kritikpunkte werden durch moderate Anpassungen am Formblatt entschärft
2. Modifikation
Formblatt wird vollständig auf AFS₆₃ umgestellt
3. Modifikation
Formblatt vollständig modifiziert und an Ziele für Trennsystem angepasst

1
2
3
4
5

1. Modifikation

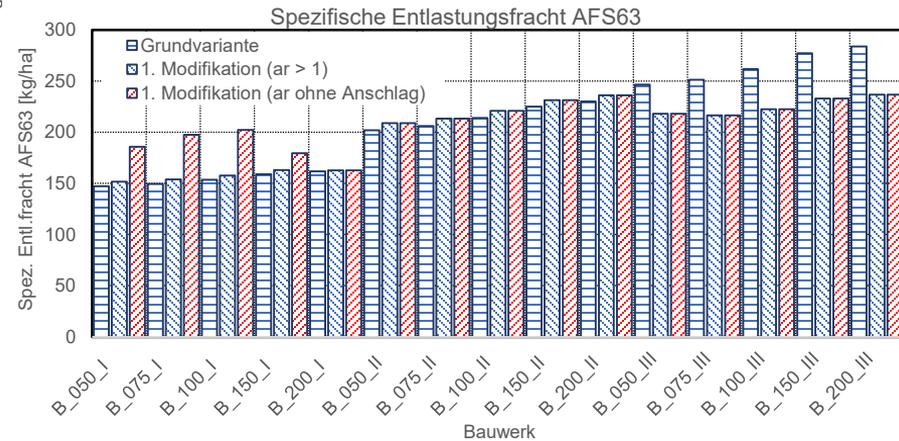
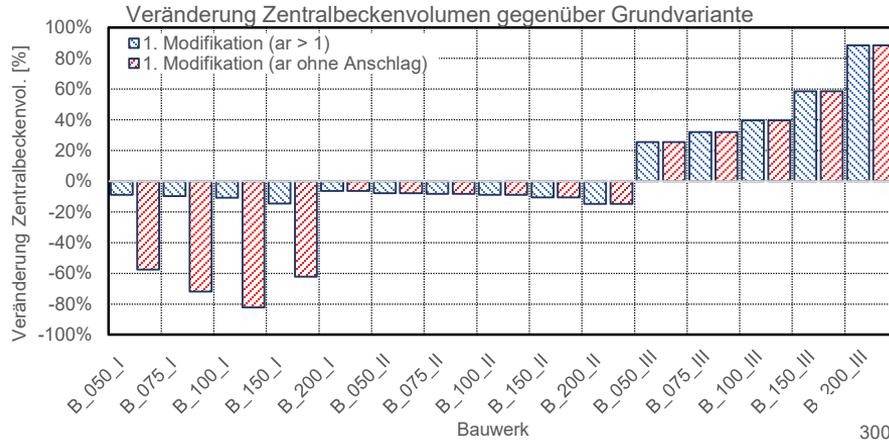
Änderungen:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- Untere Begrenzung für Einflusswert TW-Konzentration wird entfernt
- Obere Begrenzung bei Einflusswert AFS_{63} -Fracht im RW-Abfluss wird aufgehoben
- Die Umstellung von der undurchlässigen Fläche (ATV-A 128) auf die befestigte Fläche (DWA-A 102-2) wird rückgängig gemacht

Konsequenzen:

- Das erforderliche Volumina verändert sich z.T. sehr stark

Berechnungsergebnisse:



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

2. Modifikation

Änderungen:

- Umstellung von CSB auf AFS₆₃, aber grundsätzliche Beibehaltung der Methodik

Konsequenzen:

- erforderliche Volumina verringern sich drastisch, fast überall ist nur noch Mindestvolumen erforderlich
- zulässige Entlastungsraten von z.T. > 80 % (normal 30-50 %)
- Hauptgrund ist geringer Unterschied zwischen Trocken- und Regenwetterkonzentration beim Parameter AFS₆₃.
 - CSB: → c_T = 600 mg/l c_R = 107 mg/l c_T/c_R ≈ 6
 - AFS₆₃: → c_T = 150 mg/l c_R = 85 mg/l c_T/c_R ≈ 2

→ **2. Modifikation wird verworfen, keine SFB durchgeführt**

3. Modifikation

Änderungen:

- Hauptunterschied zwischen den Regelwerken
 - ATV-A 128 → Vergleichbarkeit von Trenn- und Mischsystem
 - DWA-A 102 → im Trennsystem Unterschreitung von 280 kg AFS₆₃/ha/a
 - AFS₆₃ statt CSB (im Mischsystem aber nicht konsequent)
- Alle Änderungen aus 1. Modifikation
- Vollständige Umstellung von CSB auf AFS₆₃
- Modifikation der Zielgrößenformel für die zulässige Entlastungsrate:

- bisher:

$$c_E \cdot VQ_R \cdot e_0 + c_K \cdot VQ_R \cdot (1 - e_0) \leq VQ_R \cdot c_R$$

$$\Leftrightarrow e_0 = (c_R - c_K) / (c_E - c_K)$$

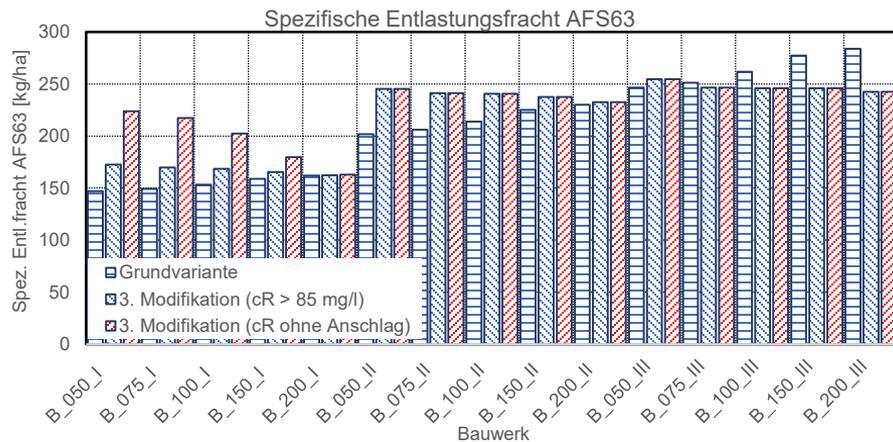
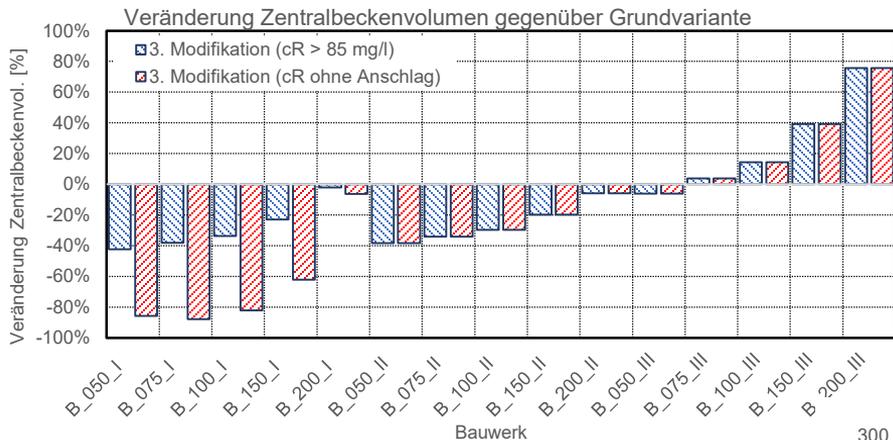
- neu:

$$c_E \cdot VQ_R \cdot e_0 + c_K \cdot VQ_R \cdot (1 - e_0) \leq VQ_R \cdot c_{R,Kat.I} = 280 \text{ kg} \frac{\text{AFS}_{63}}{\text{ha} \cdot \text{a}}$$

$$\Leftrightarrow e_0 = (c_{R,Kat.I} - c_K) / (c_E - c_K)$$

Grenzwert kann in Modifikation einfach angepasst werden.

Berechnungsergebnisse:



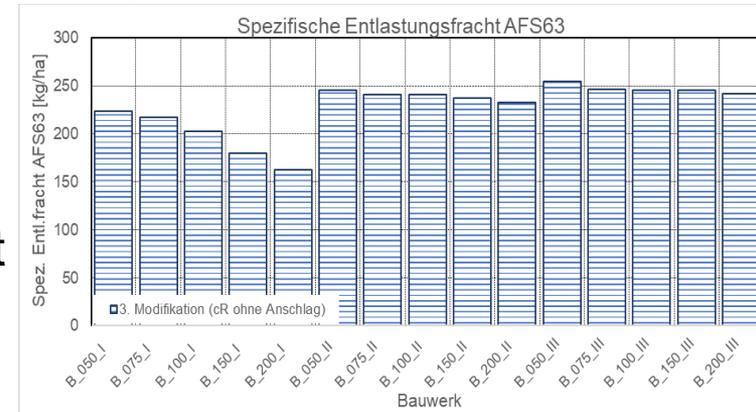
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Ziel, Vorgehensweise, Bewertung

- 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
- DWA-A 102-2 wird für Mischsysteme kritisch hinterfragt
 - Variantenrechnungen → Sensitivitäten der Eingangsgrößen
 - für Trennsysteme maximal zulässige Entlastungsfracht wird meistens deutlich unterschritten, aber in einigen Fällen auch überschritten
 - je nach Drosselung der Bauwerke und Verschmutzung angeschlossene Flächen → spezifische Belastung Gewässer 150 – 300 kg AFS₆₃/ha/a
 - wasserwirtschaftlich nicht sinnvoll und juristisch problematisch

Modifikation des Arbeitsblattes

- konsequent nur AFS₆₃
- bei fast allen Bauwerken identische Fracht und deutlich kleinere Schwankungen (kleinere Frachten → Mindestvolumen)





h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

fbu

FACHBEREICH BAU- UND
UMWELTINGENIEURWESEN

**Vielen Dank für
Eure / Ihre Aufmerksamkeit**

Fragen ???