

Schmutzfrachtberechnung – Funktionale Einheiten, Ergebnislisten und weitere Neuerungen

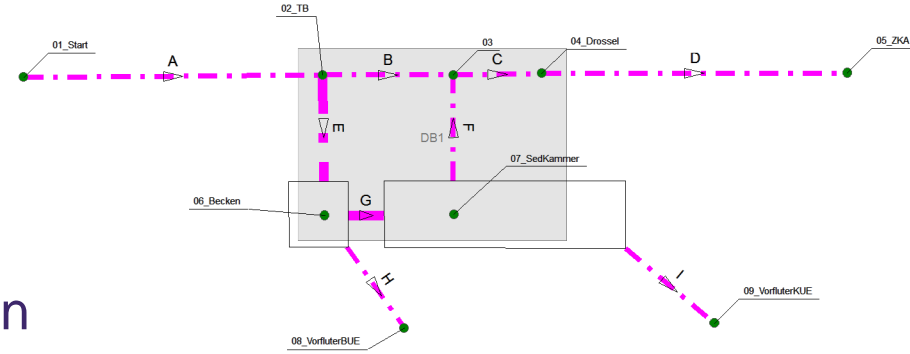
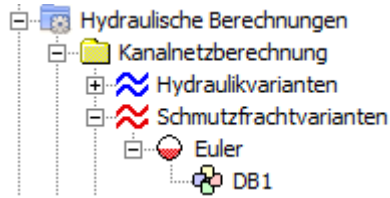
Webinar 28.11.2018, 10:00 Uhr



IT services for water innovation

tandler.com GmbH | Am Griesberg 25-27 | D-84172 Buch am Erlbach | Tel. +49 8709 940-47 | andreas.hofmann@tandler.com

Schmutzfrachtberechnung, Stofftransport, Reaktionen

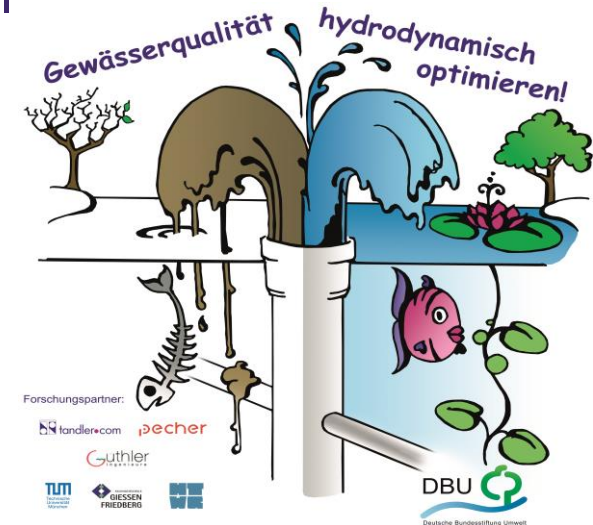
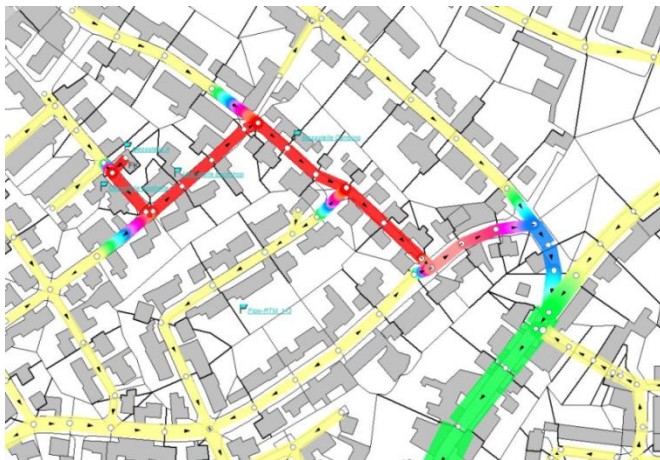


In

++SYSTEMS

behandelt durch das Modul

FLOW



Quelle: Metzner, T. & Krause, S. (2018): Universität der Bundeswehr München. Simulationsbeispiel erstellt im Rahmen des Projektes microMole unter Verwendung des Softwarepakets ++SYSTEMS (www.tandler.com). Gefördert durch EU-H2020-FC2-2014, Grant Agreement no. 653626.

FLOW: neues Verfahren

- Echte **hydrodynamische** Schmutzfrachtberechnung
- Echte gleichmäßige Durchmischung
- Ausbreitung von Schmutzstoffen **gegen die Hauptfließrichtung** möglich.
- Exakte Berücksichtigung von Tages-, Monats- und Jahres**ganglinien** für gewerblichen Schmutzwässer
- **Parallelisierung** der Berechnung
- Zeitschritt einstellbar
- Menge der Aufzeichnungsknoten beliebig setzbar bis hin zur Übereinstimmung von Schmutzfrachtgrobnetz und **Hydraulikfeinnetz**
- **Konzentrationsverläufe** für jeden Schmutzstoff abrufbar
- **Anteile** von Regenwasser, häuslichem Schmutzwasser, gewerblichen Schmutzwässern und Fremdwasser an jedem Aufzeichnungsknoten abrufbar
- Genaue **zeitliche und örtliche Verfolgung** eines Schmutzstoffes im Netz möglich.
- **Rückhaltefaktoren** für jeden Schmutzstoff an Bauwerken



Veranschaulichung und Details im Programm:

++SYSTEMS

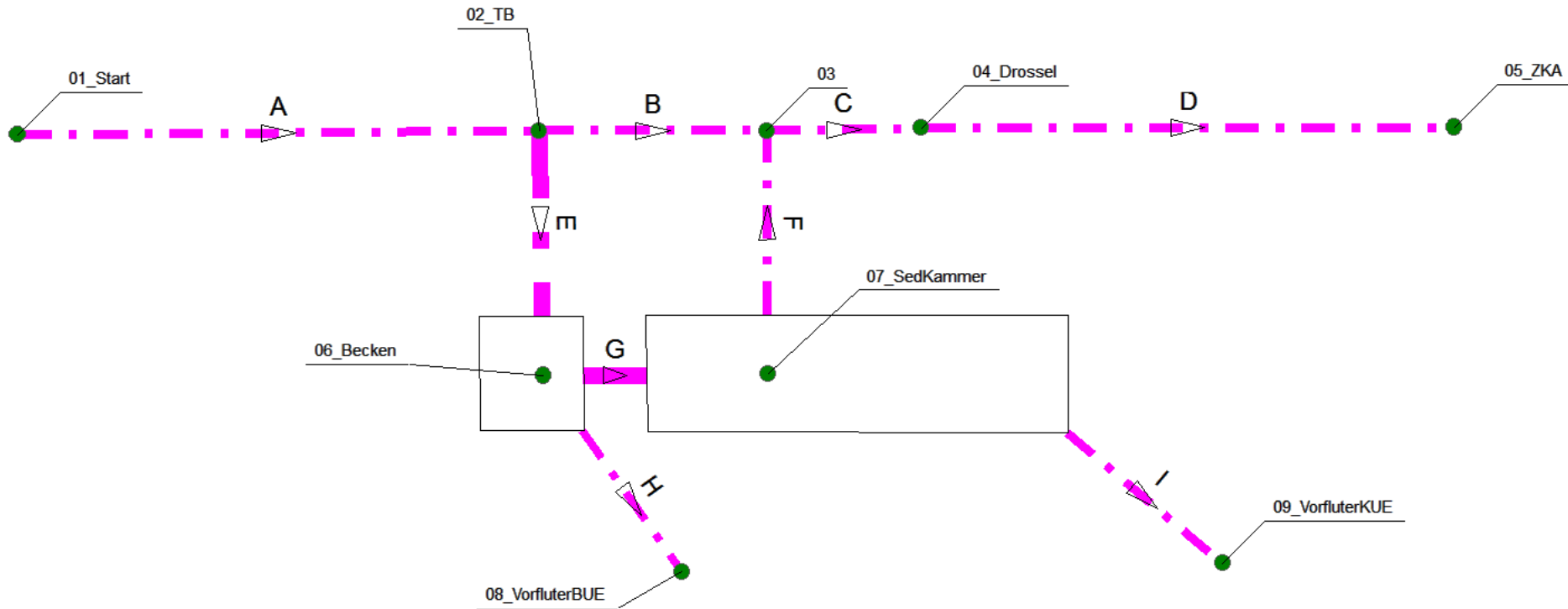
Großes neues Feature unserer
Schmutzfrachtberechnung:

Verbesserung der Ausgabe einer
Schmutzfrachtberechnung durch
„Funktionale Einheiten“ (FEs):

Motivation:

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

- In **++SYSTEMS** wie folgt abbildbar:



- Mehrere DYNA „Bauwerke“ nötig!

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

Trennbauwerk

Sonderbauwerk vom Typ 62: Abflussregulierung mit Wehrkrone

Nummer Max. Zufluss von oben [l/s]

Berechnung ohne Bauwerksdaten Regenabfluss ist gleich

Untere Energiehöhe übernehmen [l/s]

Trockenwetterabfluss Schmutzwasserabfluss

Berechnung mit Bauwerksdaten

Becken

Grundfläche [m²] (0.79)

von S Nutzbare Höhe [m]

Sohlhöhe [mNN]

max. Überlaufhöhe [mNN]

Unterwasserspiegel [mNN]

Beckenüberlauf

Abschnitt

Krone [mNN]

Maximale Absenkung [m]

Länge [m]

Überfallbeiwert

Maximal zulässiger Überlauf [l/s]

Rückstauklappe

Ablauf

Abschnitt

Wandöffnung

Form

Profil

Schieberprofil

Breite [m]

Höhe [m]

Form des Schiebers

Schieberunterkante

Verlustbeiwert

Ablflussberechnung:

Abschnittsdaten (Drosselstrecke)

Kritische Regenspende [l/(s*ha)]

Beschränkter Abfluss [l/s]

Kennlinie QB HB

Rückstauklappe

Darstellung Ausdehnung im Längsschnitt [m] (1.0)

01_Start

D

05_ZKA

09_VorfluterKUE

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

Trennbau

01_Start

Sonderbauwerk vom Typ 62: Abflussregulierung mit Wehrrone

Nummer Max. Zufluss von oben [l/s]

Berechnung ohne Bauwerksdaten Regenabfluss ist gleich
 Untere Energiehöhe übernehmen [l/s]
 Trockenwetterabfluss Schmutzwasserabfluss

Volumen [m³]

Berechnung mit Bauwerksdaten

Becken

Grundfläche [m²]	(163.09)	<input type="text"/>
Nutzbare Höhe [m]	4.00	<input type="text"/>
Sohlhöhe [mNN]	6.000	<input type="text"/>
max. Überlaufhöhe [mNN]	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Unterwasserspiegel [mNN]	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Beckenüberlauf

Abschnitt

Krone [mNN]	7.00	<input type="text"/>
Maximale Absenkung [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Länge [m]	5.00	<input type="text"/>
Überfallbeiwert	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Maximal zulässiger Überlauf [l/s]	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rückstauklappe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ablauf

Abschnitt

Wandöffnung

Form

Profil

Breite [m]	1.000	<input type="text"/>
Höhe [m]	1.000	<input type="text"/>
Form des Schiebers	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Schieberunterkante	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Verlustbeiwert	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Schieberprofil

Ablflussberechnung:

Abschnitsdaten (Drosselstrecke)

Kritische Regenspende [l/(s*ha)]

Beschränkter Abfluss [l/s]

Kennlinie QB HB

Rückstauklappe

Darstellung Ausdehnung im Längsschnitt [m]

05_ZKA

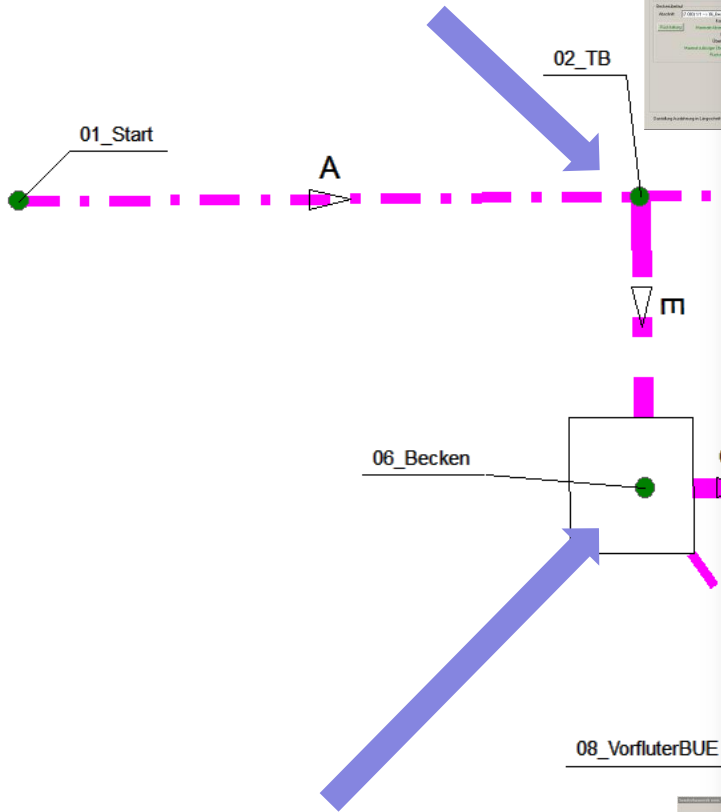
D

09_VorfluterKUE

Becken

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

Trennbauwerk: SBW Typ 62



Beckenüberlauf: SBW Typ 62

Sonderbauwerk vom Typ 62: Abflussregulierung mit Wehrrone

Nummer: Max. Zufluss von oben [l/s]:

Berechnung ohne Bauwerksdaten Regenabfluss ist gleich

Volumen [m³]: [l/s]

Untere Energiehöhe übernehmen Trockenwetterabfluss

Schmutzwasserabfluss

Berechnung mit Bauwerksdaten

Becken

von S Grundfläche [m²] (678.81)

Nutzbare Höhe [m] 4.00

Sohlhöhe [mNN] 6.000

max. Überlaufhöhe [mNN]

Unterwasserspiegel [mNN]

Beckenüberlauf

Abschnitt: [(6.000) 3/1 ---> 09_VorfluterKUE]

Rückhaltung Maximale Absenkung [m]

Länge [m] 5.00

Überfallbeiwert

Maximal zulässiger Überlauf [l/s]

Rückstauklappe

Ablauf

Abschnitt: [(6.000) 1/5 ---> 03]

Wandöffnung

Freispiegelkanal

Form

Profil: 00 KREISPROFIL

Schieberprofil

Breite [m] 0.500

Höhe [m] 0.500

Form des Schiebers

Schieberunterkante

Verlustbeiwert

Ablflussberechnung:

Abschnittsdaten (Drosselstrecke)

Kritische Regenspende [l/(s*ha)]

Beschränkter Abfluss [l/s]

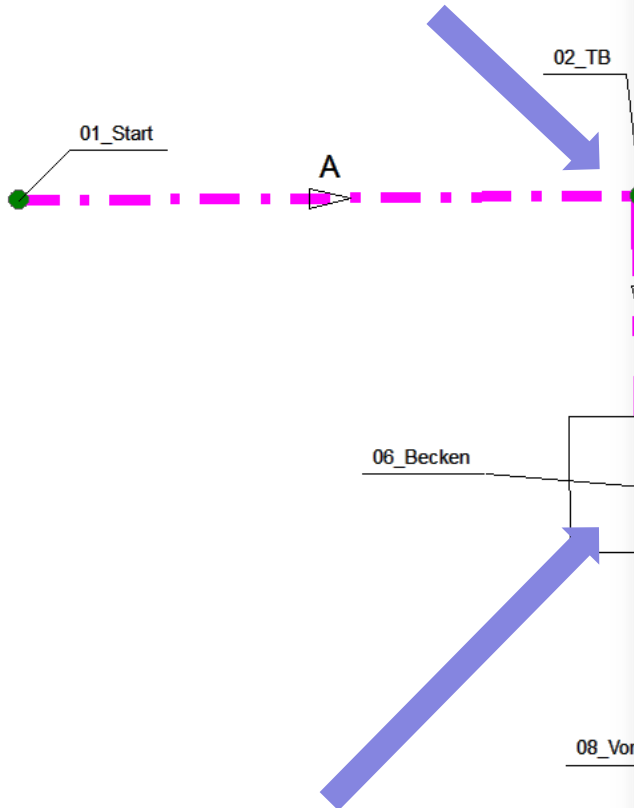
Kennlinie QB HB

Rückstauklappe

Darstellung Ausdehnung im Längsschnitt [m] (29.4)

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

Trennbauwerk: SBW Typ 62



Beckenüberlauf: SBW Typ 6

Number Max. Zufluss von oben [l/s]

Berechnung ohne Bauwerksdaten Regenabfluss ist gleich

Untere Energiehöhe übernehmen [l/s]

Trockenvetterabfluss Schmutzwasserabfluss

Berechnung mit Bauwerksdaten

Becken

Grundfläche [m²] (0.79)

von S Nutzbare Höhe [m] 5.000

Sohlhöhe [mNN] 5.000

Unterwasserspiegel [mNN]

Ablauf

Abschnitt (5.000) 1/9 --> 05_ZKA

Freispiegelkanal

Wandöffnung Form

Profil 00 KREISPROFIL

Breite [m] 0.500

Höhe [m] 0.500

Form des Schiebers

Schieberunterkante

Verlustbeiwert

Schieberprofil

Abflussberechnung:

Abschnittsdaten (Drosselstrecke)

Kritische Regenspende [l/s*ha]

Beschränkter Abfluss [l/s] 300.000

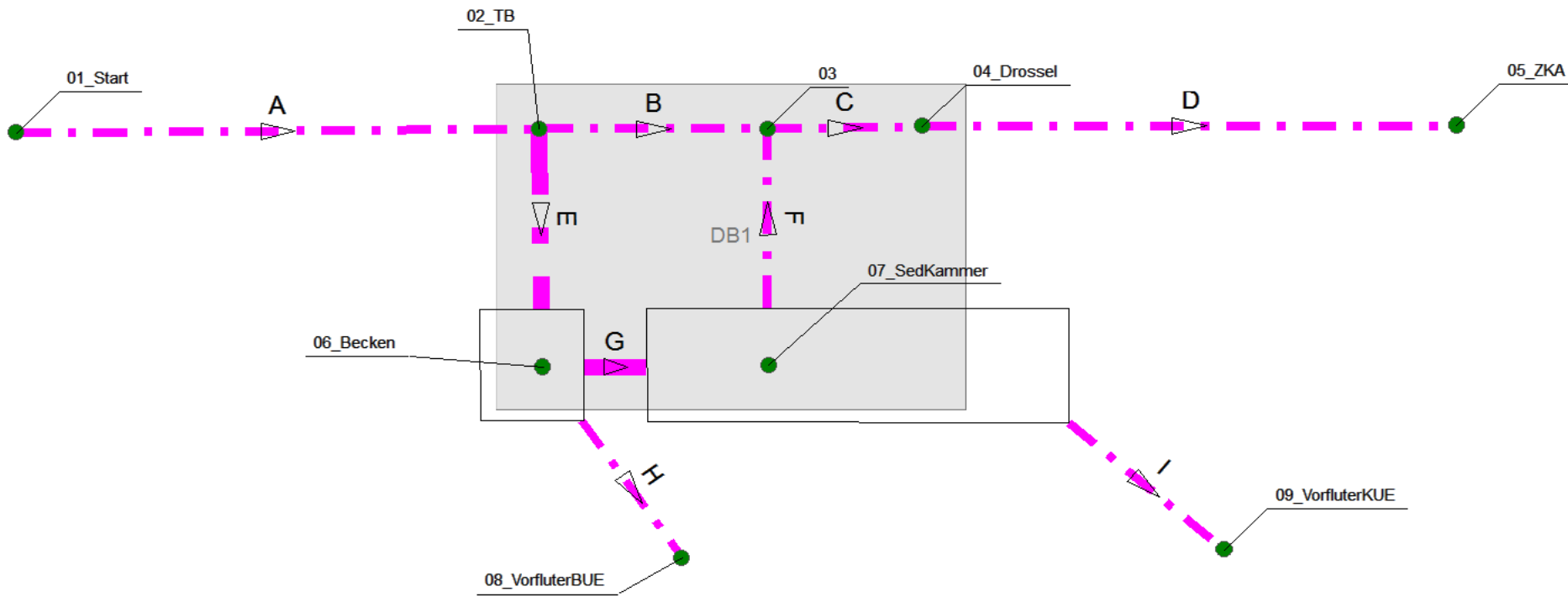
Kennlinie QB HB

Rückstauklappe Gesamt

Darstellung Ausdehnung im Längsschnitt [m] (1.0)

Beispiel: Durchlaufbecken im Nebenschluss

ABER: eigentlich ein real existierendes „Bauwerk“ (DB), oder **FUNKTIONALE EINHEIT**



➡ **FUNKTIONALE EINHEITEN** sind jetzt in **++SYSTEMS** definierbar!

FEs in ++SYSTEMS

Alle für FE relevante Schwellen

Der FE zugehörige Haltungen

Aus berechneten Volumina auszunehmende fiktive Haltungen

Stammdaten

DB1 Art: DB Lagebeschreibung: NS Nr.: 1

Schwelle	Schwellentyp
06_Becken_H_(BUE)	BUE
07_SedKammer_I_(BUE)	KUE

Schwelle	Schwellentyp
02_TB	E_(BUE)
04_Drossel	D_(ABL)
06_Becken	H_(BUE)
07_SedKammer	I_(BUE)

Haltung	Schwelle (f. stat. Vol.)
B	02_TB_E_(BUE)
E	02_TB_E_(BUE)
G	02_TB_E_(BUE)
F	02_TB_E_(BUE)
C	02_TB_E_(BUE)

Schwelle (f. stat. Vol.)
04_Drossel_D_(ABL)

Schwelle (f. stat. Vol.)	
02_TB	02_TB_E_(BUE)
06_Becken	02_TB_E_(BUE)
07_SedKammer	02_TB_E_(BUE)
03	02_TB_E_(BUE)
04_Drossel	02_TB_E_(BUE)

Stat. Volumen 30.072773 m³

Stat. Volumen 1499.643062 m³

Statisches volumen FE 1529.715835 m³

Vorgelagertes, statisches Kanalstauravolumen 9.001018 m³

Name, Art, Lagebeschreibung, lfd. Nr.

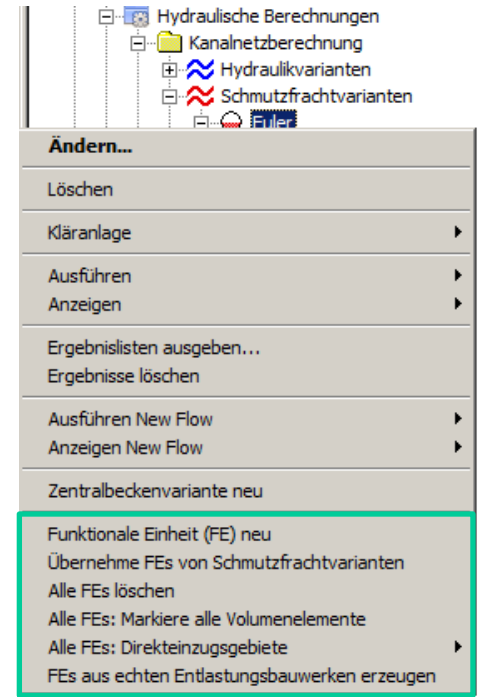
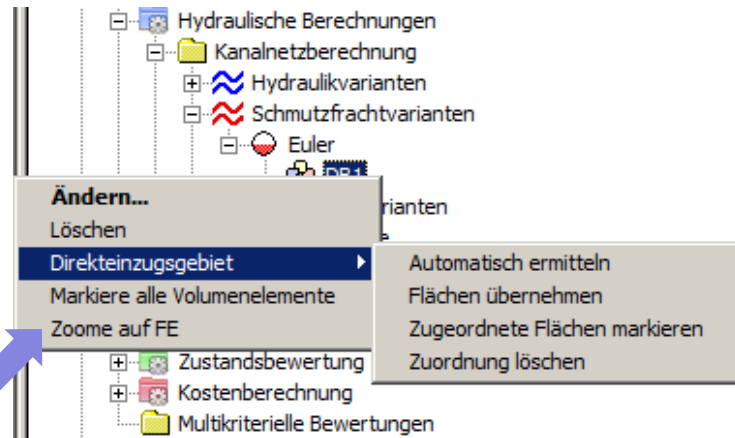
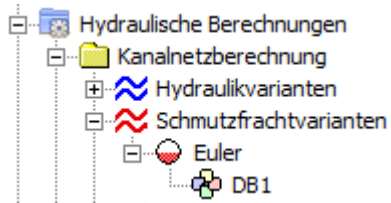
In Ausgabelisten zu bilanzierende Schwellen

Zu bilanzierende Ablaufschwelle

Der FE zugehörige Schächte

Aus berechneten Volumina auszunehmende fiktive Schächte

FEs in ++SYSTEMS



Funktionale Einheiten

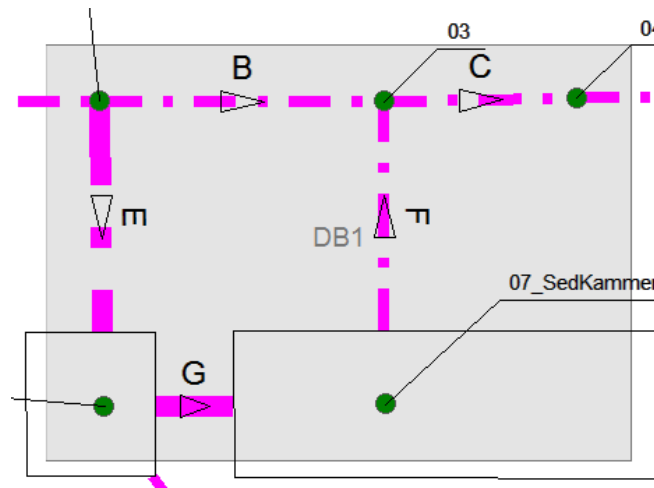
Umrechteck anzeigen Farbe

Linienbreite Umrechteck [m]

Rechteck ausfüllen Füllfarbe

Beschriftung anzeigen Schriftart

Schrifthöhe [m] Farbe



FEs als Grundlage für Ergebnislisten

Bisherige Ergebnisausgabe auf Basis der DYNA Bauwerke

Hydraulische Berechnungen
Kanalnetzberechnung
Hydraulikvarianten
Schmutzfrachtvarianten
Euler

Ändern...
Löschen
Kläranlage
Ausführen
Anzeigen
Ergebnislisten ausgeben...
Ergebnisse löschen
Ausführen New Flow
Anzeigen New Flow
Zentralbeckenvariante neu
Funktionale Einheit (FE) neu
Übernehme FEs von Schmutzfrachtvarianten
Alle FEs löschen
Alle FEs: Markiere alle Volumenelemente
Alle FEs: Direktzugsgebiete
FEs aus echten Entlastungsbauwerken erzeugen

Ausläufe - Schmutzfrachtberechnung mit 1440.0 min Folgezeit am 21.11.2018 14:59:23, 3 Datensätze

Auslauf	Regen	Gesamtabfluss	Max. Abfluss	Häufigkeit	Dauer	Regenwasser	Häusl. SW	Gewerbl. SW	Fremdwasser	Einleiter A	Einleiter B	Fracht-CSB	Konz.-CSB
		[m³]	[l/s]		[min]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[kg]	[mg/l]
05_ZKA	1	1155.202	300.000	1	429.000	1113.864	6.244	12.101	6.051	4.840	12.101	156.890	135.812
08_VorfluterBUE	1	57.072	383.965	1	9.000	56.937	0.020	0.040	0.020	0.016	0.040	6.216	108.908
09_VorfluterKUE	1	880.060	807.756	1	28.000	878.589	0.222	0.431	0.215	0.172	0.431	95.351	108.346

- Hydraulikvariante Euler (Ausläufe)
 - Zentralbecken
 - Ist-Zustand
- Hydraulikvariante Euler (Bauwerke)
 - Zentralbecken
 - Ist-Zustand
 - Ist-Zustand (Markierte)
 - Ist-Zustand (Markierte) CSV-Export

Real existierende Bauwerke
(= Funktionale Einheiten)
nicht explizit ausgewiesen!

Entlastungsbauwerke - Schmutzfrachtberechnung mit 1440.0 min Folgezeit am 21.11.2018 14:59:23, 7 Datensätze

Bauwerk	Haltung	Regen	Gesamtabfluss	Max. Abfluss	Häufigkeit	Dauer	Regenwasser	Häusl. SW	Gewerbl. SW	Fremdwasser	Einleiter A	Einleiter B	Fracht-CSB	Konz.-CSB
			[m³]	[l/s]		[min]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[kg]	[mg/l]
02_TB	E	1	1284.116	1875.899	1.000	23.000	1281.949	0.327	0.634	0.317	0.254	0.634	139.145	108.359
02_TB	B	1	818.144	300.000	1.000	429.000	777.316	6.167	11.952	5.976	4.781	11.952	120.415	147.181
04_Drossel	D	1	1155.197	300.000	1.000	429.000	1113.874	6.242	12.097	6.048	4.839	12.097	156.879	135.803
06_Becken	G	1	1225.407	2062.081	1.000	211.000	1223.380	0.306	0.594	0.297	0.237	0.594	132.751	108.332
06_Becken	H	1	57.022	407.600	1.000	8.000	56.887	0.020	0.040	0.020	0.016	0.040	6.210	108.908
07_SedKammer	F	1	337.081	199.887	1.000	382.000	336.542	0.082	0.158	0.079	0.063	0.158	36.502	108.289
07_SedKammer	I	1	880.002	823.902	1.000	27.000	878.531	0.222	0.431	0.215	0.172	0.431	95.344	108.346

FEs als Grundlage für Ergebnislisten

Ergebnisausgabe auf Basis der Funktionalen Einheiten (FEs)

Projekt: | Hydr.Var: Euler | SchmuFra.Var: Euler | Datum: 26.11.2018 | ++SYSTEMS v. 11.00.02

Frachten und Konzentrationen

Simulationsdauer:
Parameter: CSB

Bauwerk (FE)		Jahr	Zulauf					Entlastung					Mischungsverhältnis		Entlastungsrate		
Name			Mittelwert		Maximum		SFzu	lfd. Nr.	Typ	Mittelwert	Maximum	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ΣAu		m (A 128)	m0 (M 177)
Typ	Nr		CT	CMW	CT	CMW	SFzu	-	-	Ce	Ce	SFe	SFe/Au	ΣSFe/ΣAu	-	-	%
-	-	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	10 ³ kg/a	-	-	mg/l	mg/l	10 ³ kg/a	kg/(ha a)	kg/(ha a)	-	-	%
DB1																	
DB	1	1899	912	123	912	912	0,260	1	BUE	109	109	0,006			421,001	420,990	2,393
								2	KUE	108	108	0,095			597,334	597,356	36,740
								gesamt		108	109	0,102	0,000		582,444	7,416	0,391
gesamt		1899	912	123	912	912	0,260			108	109	0,102					

Name	Jahr	Anzahl	Dauer	Volumina						Schwelle				Volumina		Entlastungsraten			Sch.name	Anzahl	Anz. (KT)	Dauer		
Typ	Nr	n	TQR	VzuT	VzuR	VzuM	VwT	VwR	VwM	lfd. Nr.	Typ	Anzahl	Anz. (KT)	Dauer	VeM	VeM/Au	eT	eR	eM	-	-	-	h	
-	-	-	h	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	10 ³ m ³	-	-	-	-	h	10 ³ m ³	m ³ /ha	%	%	%	-	-	-	h	
DB1																								
DB	1	1899	1	2	0	2	2	0	0	1	1	BUE	1	1	0,13	0,057		1	3	3	02_TB	1	2	6,98
											2	KUE	1	1	0,45	0,880		13	43	43	03	1	2	6,98
																					04_Drosse	1	2	6,98
																					06_Becken	1	2	6,98
																					07_SedKammer	1	2	6,98
										gesamt		1	1	0,45	0,937			14	45	45		1	2	6,98
gesamt		1899	1	2	0	2	2					1	1	0,45	0,937			14	45	45		1	2	6,98
												BUE	1	1	0,13									
												KUE	1	1	0,45									

Veranschaulichung und Details im Programm:

++SYSTEMS

Zusätzliches Modul: ++SYSTEMS FLOW-RTM

- FLOW-RTM (Reaktions-Transport-Modellierung): Add-On Modul zur Schmutzfracht- und Stofftransportberechnung
- Schmutzstoffe über eigenen Unterknoten im Baum editierbar (Konzentrationen in unterschiedlichen Wasserarten)



Wasserarten

Wasserart	Konzentration [µmol/l]	Wasserartengruppe
Fremdwasser	0.000	Fremdwasser
Gewerbliches SW	0.000	Gewerbliches SW
Häusliches SW	0.000	Häusliches SW
Regenwasser (MW)	0.000	Regenwasser
Regenwasser (RW)	400.000	Regenwasser

Kinetischer Ausdruck

Reaktionskinetischer Ausdruck [µmol/(l*s)]

Attribute: .exists, .size, .len, .max, .min, .sum

Variantennamen

Flow_RTM
Flow_RTM_1
Flow_RTM_2
Flow_RTM_3
Flow_RTM_3_Messstellen
Flow_RTM_4
Flow_RTM_test
selbeck Nullregen_Vorlage
euler_STD
selbeck 12_Ende geglättet
selbeck 12_Faktor 3
selbeck 12_Faktor 3_1
selbeck 15_verlängerte Trockenzeit
selbeck_30a_STD

Zusätzliches Modul: ++SYSTEMS FLOW-RTM

- FLOW-RTM (Reaktions-Transport-Modellierung): Add-On Modul zur Schmutzfracht- und Stofftransportberechnung
- Schmutzstoffe über eigenen Unterknoten im Baum editierbar (Angabe von Konzentrationen für unterschiedliche Wasserarten)



- Reaktionskinetische Ausdrücke abbildbar
- Komplexe Reaktionsnetzwerke abbildbar: z.B. Klärwirl

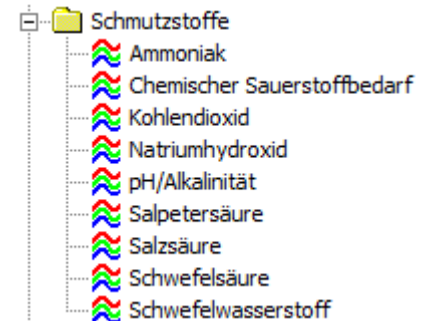
- pH Berechnung inkl. Alkalinität

Schmutzstoffe: pH/Alkalinität

Name: pH/Alkalinität
 Kürzel: TA
 Kommentar: $[HS^-] + [Cl^-] + [NaOH] + [HSO_4^-] + 2[SO_4^{2-}] + [NO_3^-] + [NH_3] + [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]$

Wasserart	Konzentration [$\mu\text{mol/l}$]	Wasserartengruppe	pH
BLASENGUMMI	273.025	Gewerbliches SW	5.92
EinleiterXY	273.025	Gewerbliches SW	5.92
Fremdwasser	273.025	Fremdwasser	5.92
Gewerbliches SW	1828.961	Gewerbliches SW	6.05
Häusliches SW	1828.961	Häusliches SW	6.05
Regenwasser (MW)	1828.961	Regenwasser	5.93
Regenwasser (RW)	1564.288	Regenwasser	5.07
TESTwasser	273.025	Gewerbliches SW	5.92

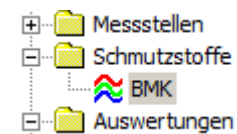
$2S!$
Quantitäten



Fracht-...	Konz.-CSB	pH
[mol]	[$\mu\text{mol/l}$]	
99.230	63.284	5.09
17.688	17.351	5.07

Zusätzliches Modul: ++SYSTEMS FLOW-RTM

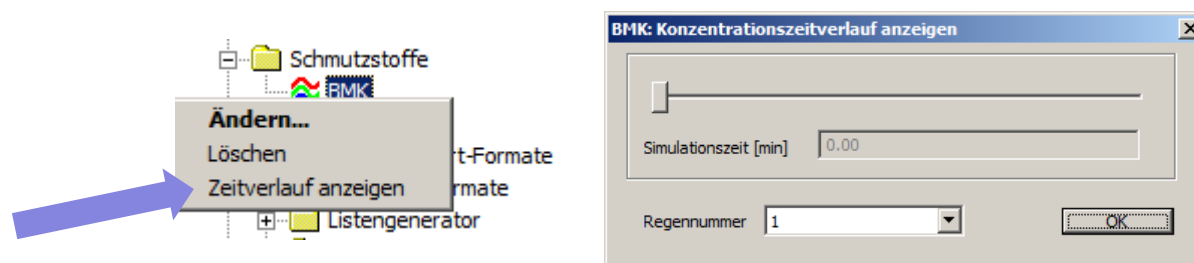
- FLOW-RTM (Reaktions-Transport-Modellierung): Add-On Modul zur Schmutzfracht- und Stofftransportberechnung
- Schmutzstoffe über eigenen Unterknoten im Baum editierbar (Angabe von Konzentrationen für unterschiedliche Wasserarten)
- Reaktionskinetische Ausdrücke abbildbar
- Komplexe Reaktionsnetzwerke abbildbar: z.B. Klärwirkung Kanalnetz; das Entstehen von H_2S !
- pH Berechnung möglich (nötige summierte Quantitäten inkl. Alkalinität vordefiniert)
- Konzentrationen im Netz mittels Farbverlauf darstellbar
- Konzentrationsveränderungen über die Zeit im Netz anzeigebar



Zusätzliches Modul: ++SYSTEMS FLOW-RTM



Quelle: Metzner, T. & Krause, S. (2018): Universität der Bundeswehr München. Simulationsbeispiel erstellt im Rahmen des Projektes microMole unter Verwendung des Softwarepakets ++SYSTEMS (www.tandler.com). Gefördert durch EU-H2020-FCT-2014, Grant Agreement no. 653626.



Veranschaulichung und Details im Programm:

++SYSTEMS

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!