

Erste Erfahrungen mit der Integration der Schmutzfrachtberechnung

**Workshop „NASIM“
19. Mai 2005
TZ Aachen**

Ekkehard Pfeiffer

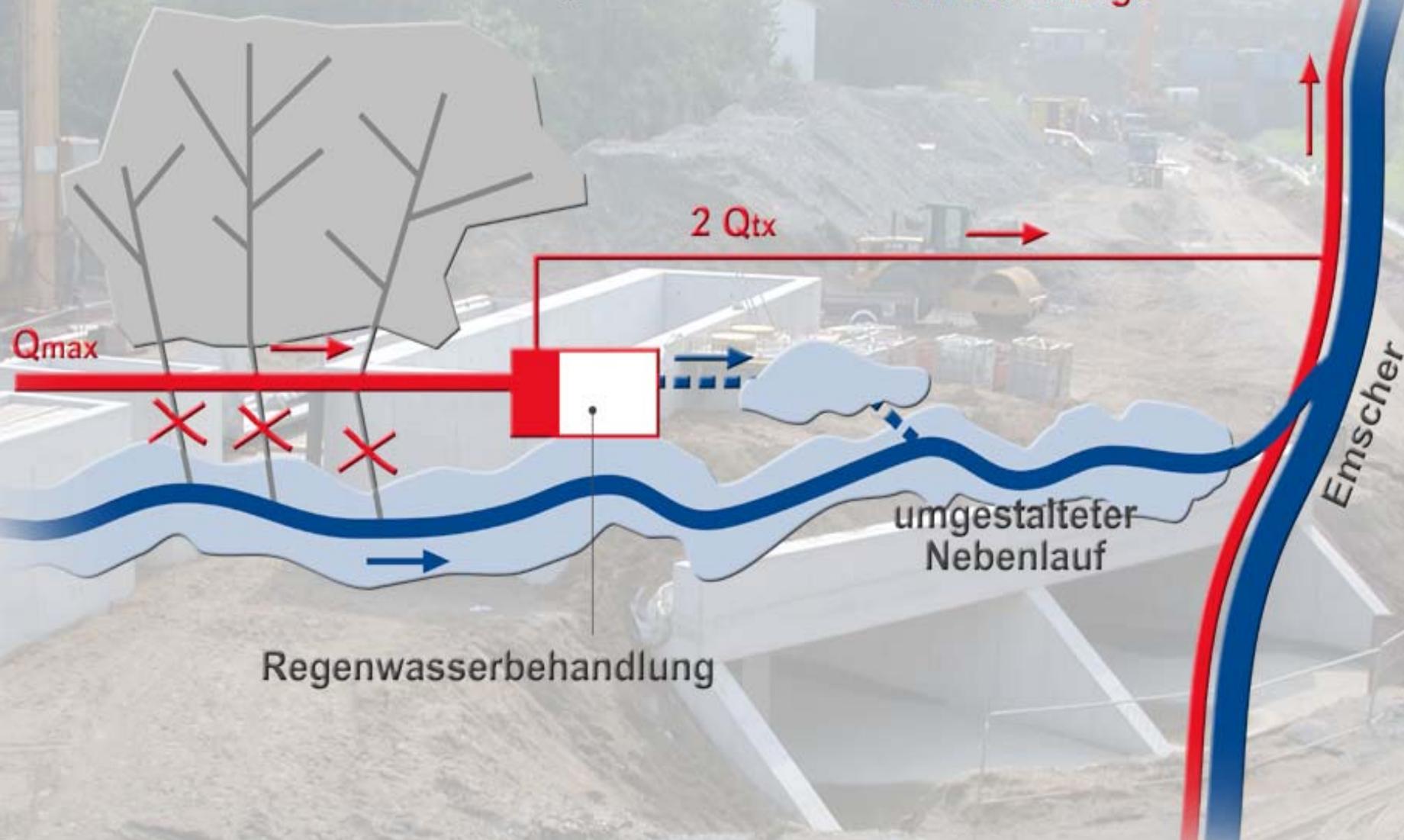
Emschergenossenschaft/Lippeverband

EMSCHER



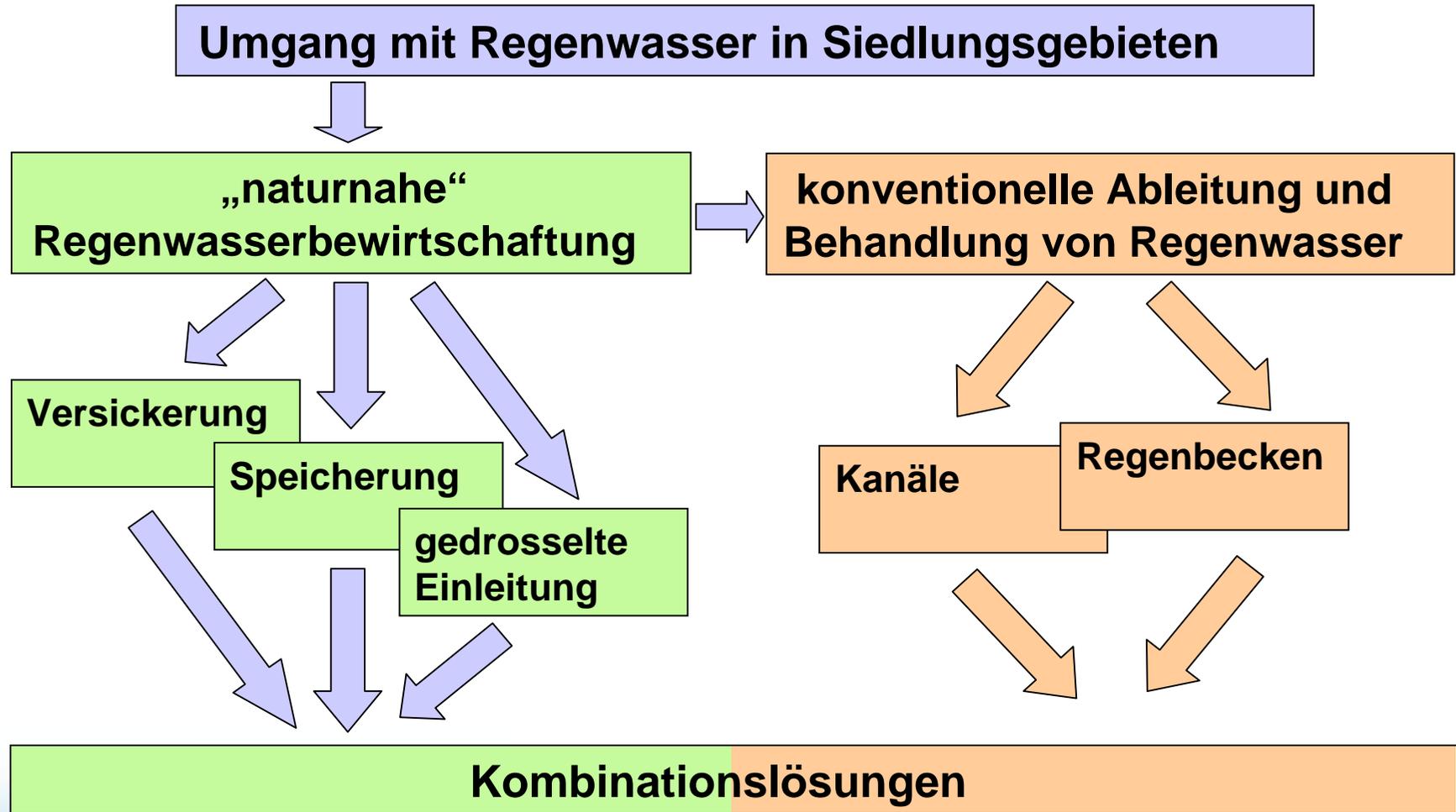
Kommunale
Mischentwässerung

Abwasserkanal Emscher
zur Kläranlage

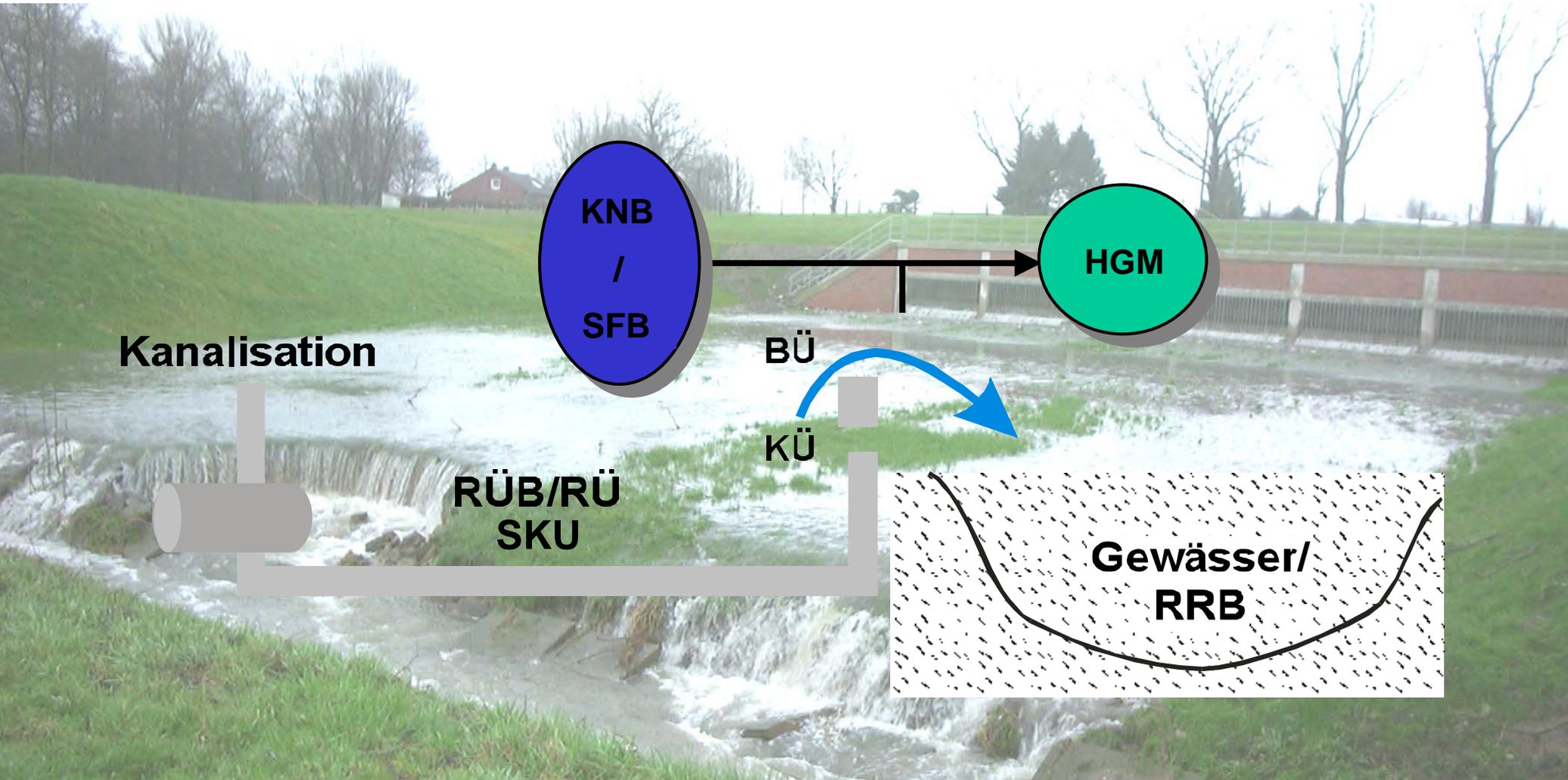


EMSCHER

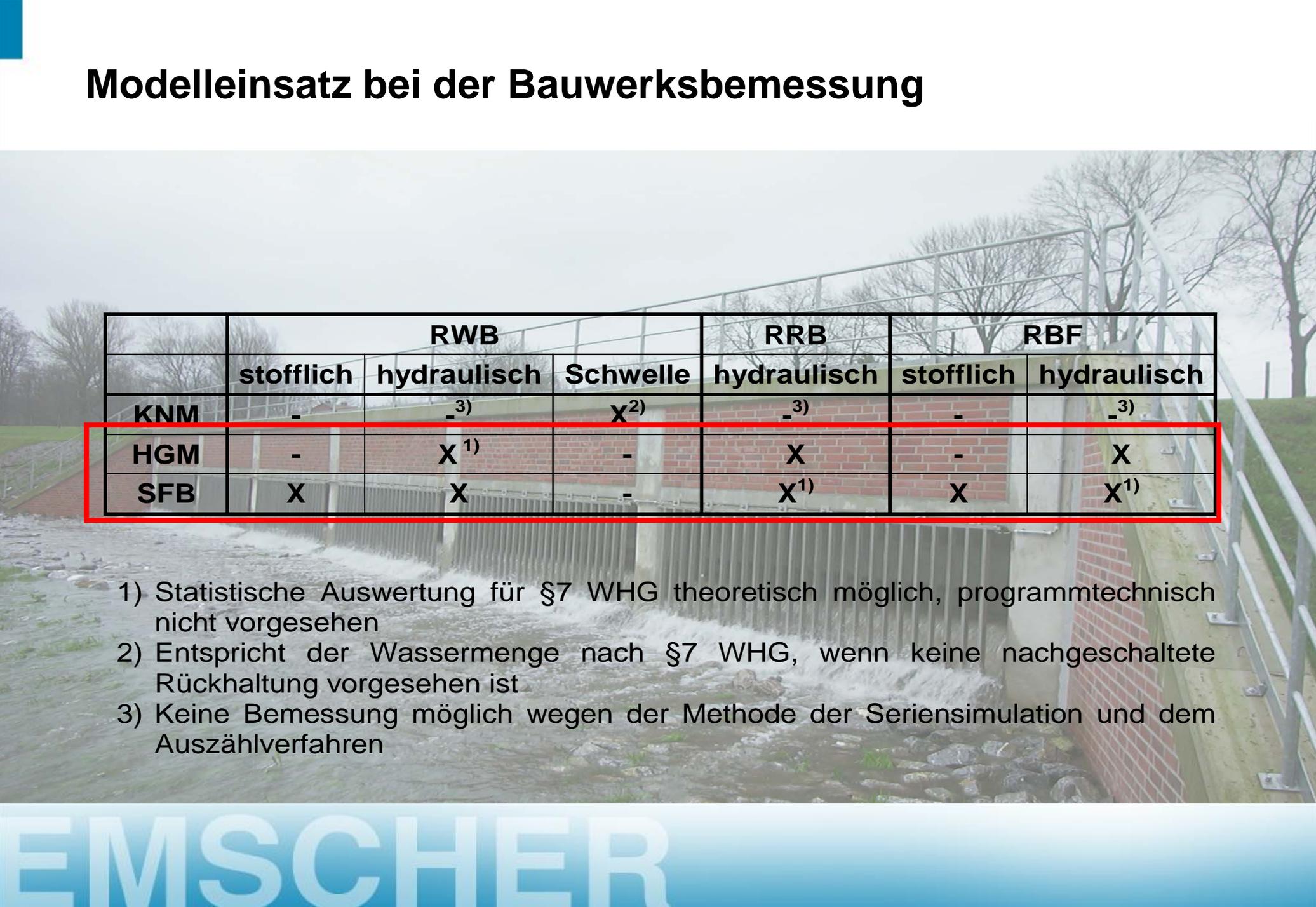
Planungsstrategie zur Entwicklung nachhaltiger Entwässerungskonzepte



Modellanwendungsgrenzen



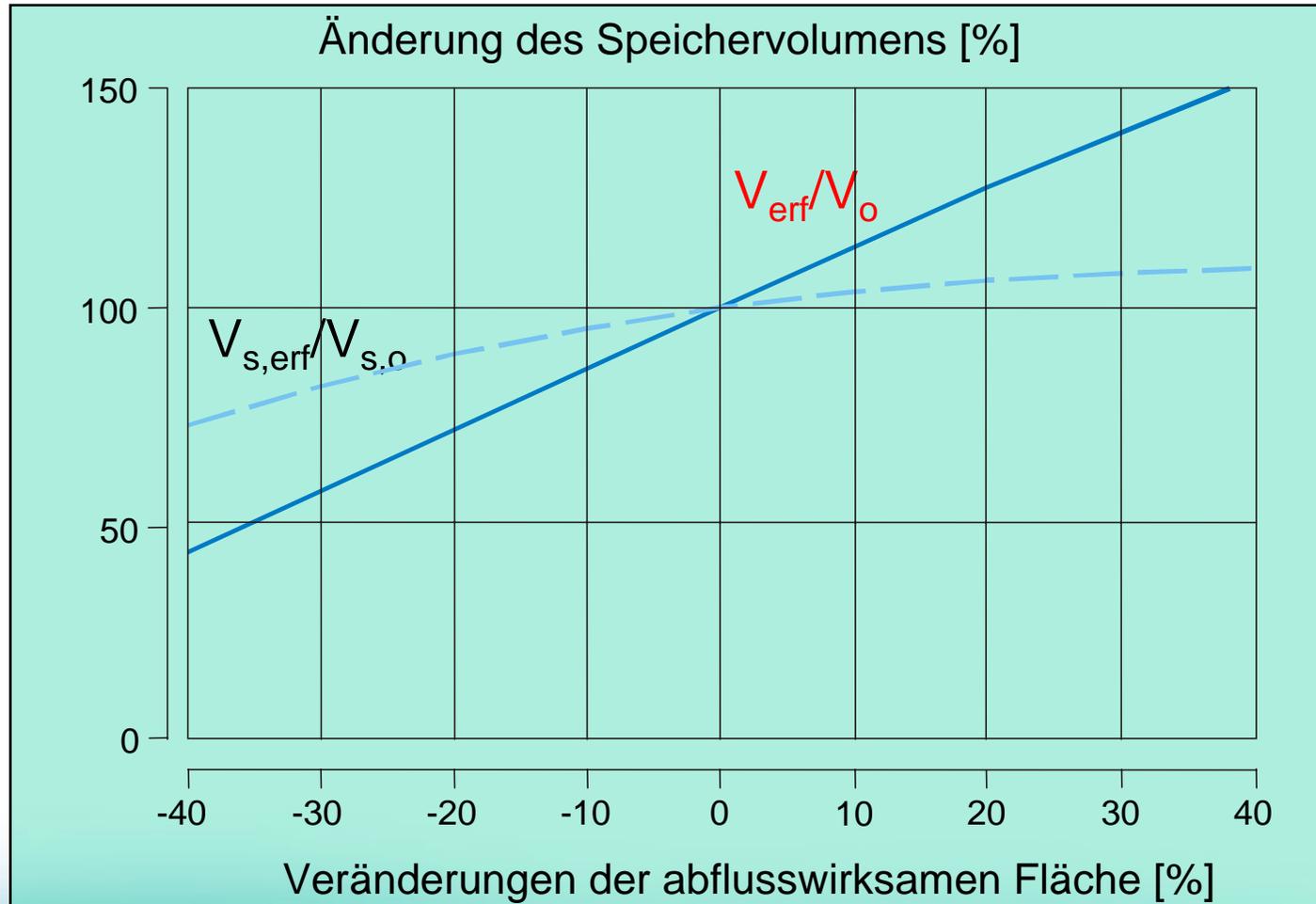
Modelleinsatz bei der Bauwerksbemessung



	RWB			RRB	RBF	
	stofflich	hydraulisch	Schwelle	hydraulisch	stofflich	hydraulisch
KNM	-	- ³⁾	X ²⁾	- ³⁾	-	- ³⁾
HGM	-	X ¹⁾	-	X	-	X
SFB	X	X	-	X ¹⁾	X	X ¹⁾

- 1) Statistische Auswertung für §7 WHG theoretisch möglich, programmtechnisch nicht vorgesehen
- 2) Entspricht der Wassermenge nach §7 WHG, wenn keine nachgeschaltete Rückhaltung vorgesehen ist
- 3) Keine Bemessung möglich wegen der Methode der Seriensimulation und dem Auszählverfahren

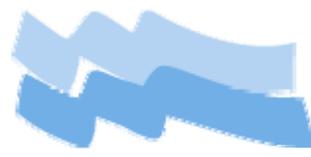
Erforderliches Speichervolumen und abflusswirksame Fläche



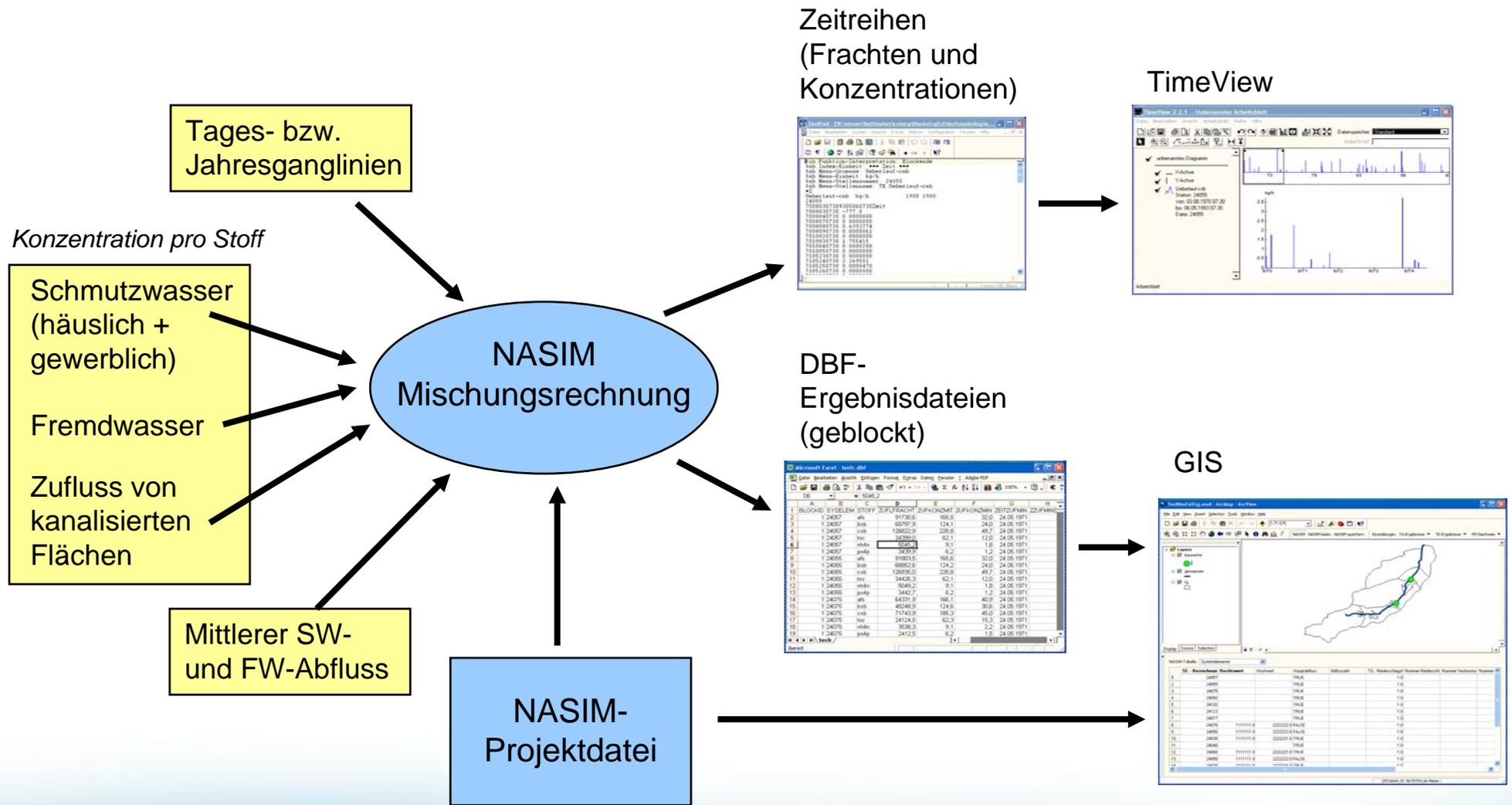
Patenschaftsmodell NASIM-Erweiterung „Schmutzfracht“



Position	Thema	AG
4.1.1	Simulationskern	BRW
4.1.2	Regenwasserzufluss	BRW
4.1.3	Trockenwetterzufluss	BRW
4.1.4	Fremdwasserzufluss	s.u.
4.1.5	Gewässerinput	EG
4.1.6	Neues SE "Kläranlage"	EG
4.1.7	GUI	WV
4.1.8	GIS-Anbindung, hier OLE.DB	WV
4.1.9	Testanwendung	EG
4.1.10	Dokumentation	BRW
4.1.10 EG	Fremdwasser / Dokumentation	EG
4.1.11	Versionserstellung	EG



NASIM-Schmutzfracht-Workflow





Arbeitsergebnisse

- **Schmutzinput**
- Neue TG-Abflussquellen für SW und FW
 - Neue TG-Abflussbeziehung:
Trockenwetterabfluss(-ziel)
 - Konstante Konzentration für
 - SW (häuslich) + Verteilung über Tagesganglinie
 - SW (gewerblich) + Verteilung über Tagesganglinie
 - FW + Verteilung über Jahresganglinie
 - Regenwasser von versiegelten Oberflächen

Position	Thema	AG
4.1.1	Simulationskern	BRW
4.1.2	Regenwasserzufluss	BRW
4.1.3	Trockenwetterzufluss	BRW
4.1.4	Fremdwasserzufluss	s.u.
4.1.5	Gewässerinput	EG
4.1.6	Neues SE "Kläranlage"	EG
4.1.7	GUI	WV
4.1.8	GIS-Anbindung, hier OLE.DB	WV
4.1.9	Testanwendung	EG
4.1.10	Dokumentation	BRW
4.1.10 EG	Fremdwasser / Dokumentation	EG
4.1.11	Versionserstellung	EG

- Ganglinien
 - Default-Ganglinien (aus LWAFLUT) sind implementiert
 - Vom Benutzer erweiterbar



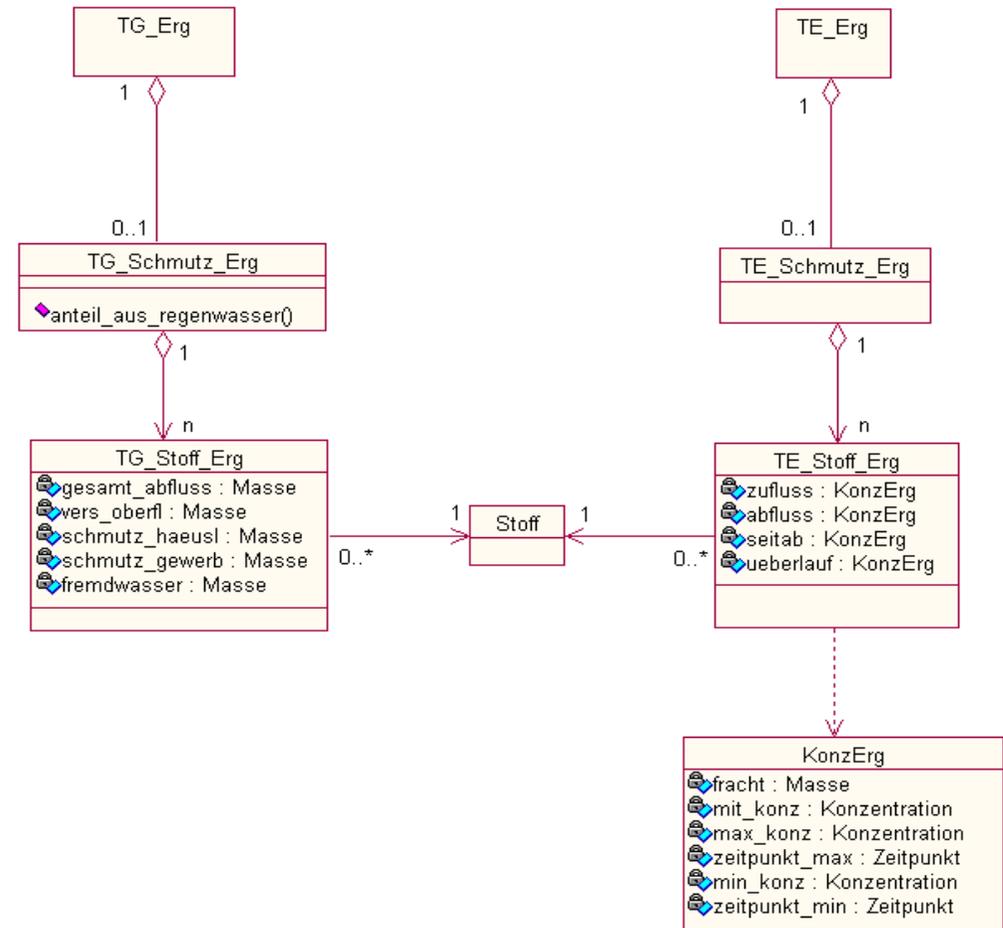
Arbeitsergebnisse - 2

■ Rechenkern

- n Stoffe
- Vorgabe von Default-Konzentrationen
→ werden durch element-spezifische Angaben überschrieben
- Mischungsrechnung

■ Ergebnisse

- Zeitreihen
 - Frachten für alle Abflussarten
 - Konzentrationen für TE
- Aggregierte Ergebnisse (DBF-Dateien)
- Datenmodell





Arbeitsergebnisse - 3

- TE- und TG-Ergebnisse (Dateien tesfr.dbf, tgsfr.dbf)

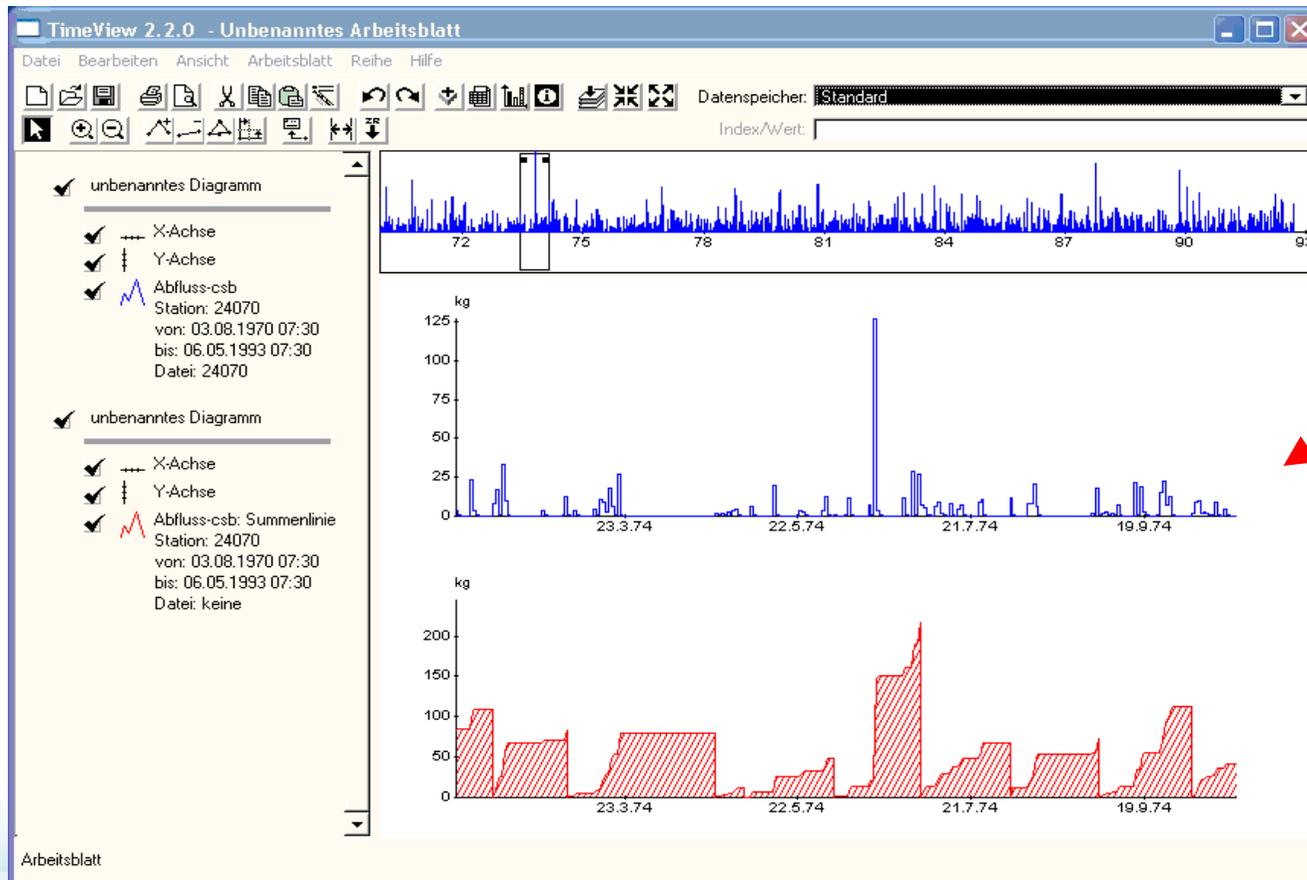
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	BLOCKID	SYSELEM	STOFF	ZUFLFRACHT	ZUFKONZMIT	ZUFKONZMIN	ZEITZUFMIN	ZZUFMIN
2	1	24057	afs	104905,3	180,7	179,1	04.08.1970	
3	1	24057	bsb	78679,0	135,5	134,3	04.08.1970	
4	1	24057	csb	133873,4	236,9	137,8	24.05.1971	
5	1	24057	toc	39339,5	67,8	67,2	04.08.1970	
6	1	24057	nh4n	5242,5	9,3	4,2	24.05.1971	
7	1	24057	po4p	3485,8	6,3	1,8	24.05.1971	
8	1	24055	afs	105313,8	180,7	179,1	04.08.1970	
9	1	24055	bsb	78985,3	135,5	134,3	04.08.1970	
10	1	24055	csb	134165,0	236,9	137,8	24.05.1971	
11	1	24055	toc	39492,7	67,8	67,2	04.08.1970	
12	1	24055	nh4n	5251,6	9,3	4,2	24.05.1971	
13	1	24055	po4p	3489,7	6,3	1,8	24.05.1971	
14	1	24075	afs	72480,7	178,8	177,2	04.08.1970	
15	1	24075	bsb	54360,5	134,1	132,9	04.08.1970	
16	1	24075	csb	76104,7	192,1	127,4	24.05.1971	
17	1	24075	toc	27180,3	67,1	66,4	04.08.1970	
18	1	24075	nh4n	3660,3	9,3	4,6	24.05.1971	
19	1	24075	po4p	2440,8	6,3	2,1	24.05.1971	
20	1	24092	afs	51352,5	173,2	170,8	04.08.1970	
21	1	24092	bsb	38514,4	129,9	128,1	04.08.1970	
22	1	24092	csb	15793,4	51,4	47,4	04.08.1970	
23	1	24092	toc	19257,2	65,0	64,1	04.08.1970	
24	1	24092	nh4n	2586,6	9,0	4,5	24.05.1971	
25	1	24092	po4p	1723,6	6,1	2,0	24.05.1971	

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	BLOCKID	SYSELEM	STOFF	GESFRACHT	VERSFRACHT	HAEUFRACHT	GEWBFRACHT	FRMDFRACHT
2	1	24030	afs	5608,5	5608,5	0,0	0,0	0,0
3	1	24030	bsb	2103,2	2103,2	0,0	0,0	0,0
4	1	24030	csb	3000,6	3000,6	0,0	0,0	0,0
5	1	24030	toc	2103,2	2103,2	0,0	0,0	0,0
6	1	24030	nh4n	84,1	84,1	0,0	0,0	0,0
7	1	24030	po4p	19,6	19,6	0,0	0,0	0,0
8	1	24040	afs	1279,5	1279,5	0,0	0,0	0,0
9	1	24040	bsb	479,8	479,8	0,0	0,0	0,0
10	1	24040	csb	684,5	684,5	0,0	0,0	0,0
11	1	24040	toc	479,8	479,8	0,0	0,0	0,0
12	1	24040	nh4n	19,2	19,2	0,0	0,0	0,0
13	1	24040	po4p	4,5	4,5	0,0	0,0	0,0
14	1	24060	afs	5172,9	5172,9	0,0	0,0	0,0
15	1	24060	bsb	1939,8	1939,8	0,0	0,0	0,0
16	1	24060	csb	2767,5	2767,5	0,0	0,0	0,0
17	1	24060	toc	1939,8	1939,8	0,0	0,0	0,0
18	1	24060	nh4n	77,6	77,6	0,0	0,0	0,0
19	1	24060	po4p	18,1	18,1	0,0	0,0	0,0
20	1	24050	afs	33929,3	6177,7	12614,4	15137,3	0,0
21	1	24050	bsb	23130,4	2316,6	9460,8	11353,0	0,0
22	1	24050	csb	58808,4	3305,0	25228,8	30274,6	0,0
23	1	24050	toc	12723,5	2316,6	4730,4	5676,5	0,0
24	1	24050	nh4n	1619,0	92,7	693,8	832,6	0,0
25	1	24050	po4p	1062,3	21,6	473,0	567,6	0,0
26	1	24070	afs	21131,2	2209,6	8830,1	10091,5	0,0
27	1	24070	bsb	15019,8	828,6	6622,6	7568,6	0,0
28	1	24070	csb	60312,1	1182,1	27594,0	31536,0	0,0
29	1	24070	toc	7924,2	828,6	3311,3	3784,3	0,0
30	1	24070	nh4n	1073,8	33,1	485,7	555,0	0,0
31	1	24070	po4p	717,3	7,7	331,1	378,4	0,0



Arbeitsergebnisse - 4

■ Beispiel: Von NASIM erzeugte CSB-Abflussreihe



kg / pro Zeitschritt
(hier 1 Tag)

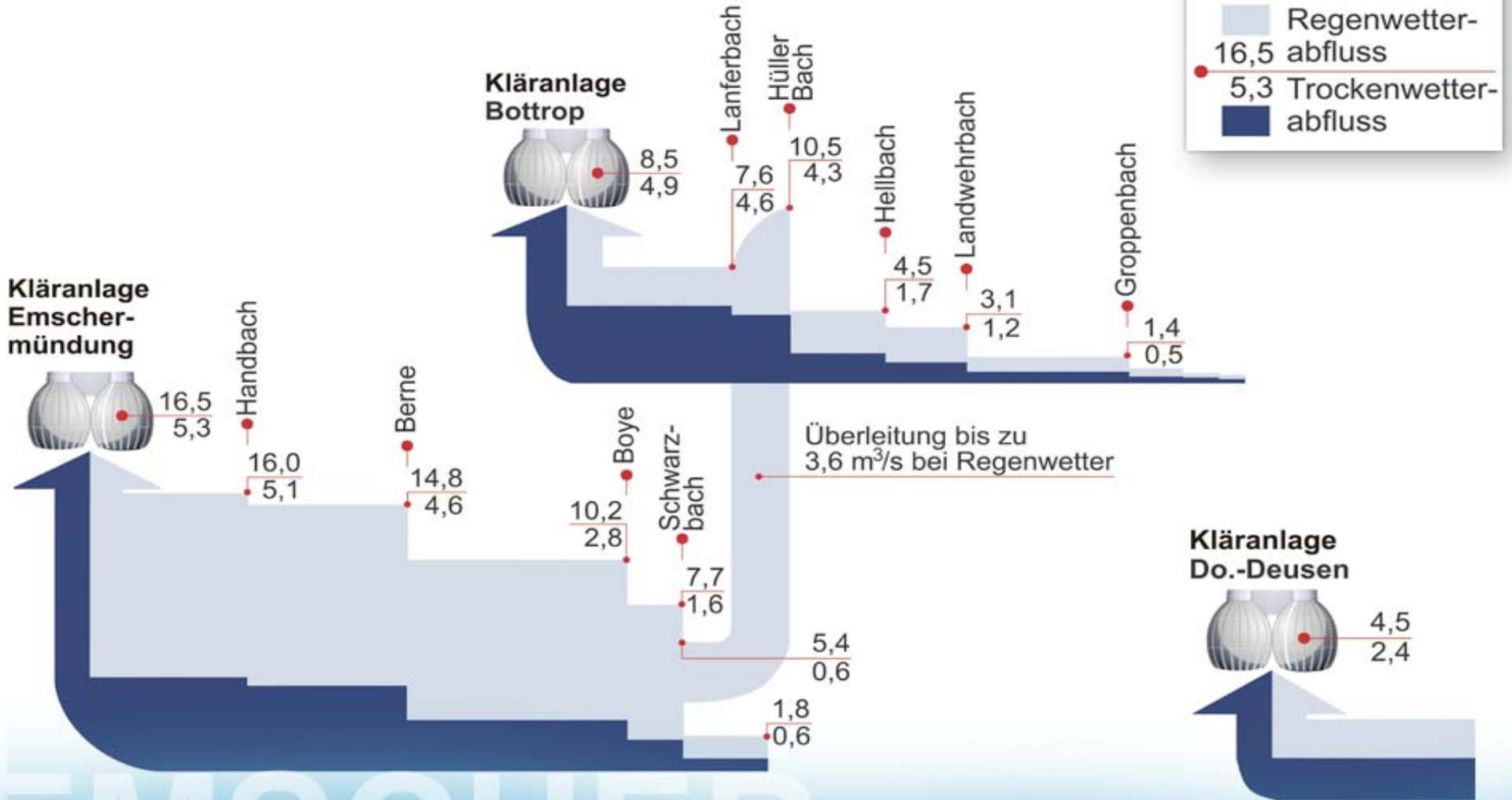
Summenlinie
Blockung 1 Monat



EMSCHER

Hydraulische Belastung der Kläranlagen

- Dortmund-Deusen
- Bottrop
- Emschermündung



Angewandtes SFB-Modell

$A_{EK} = 42810$ ha

$A_U = 14896$ ha

$Q_{t24} = 6762$ l/s

EW = 3,2Mio E

9 Regenreihen

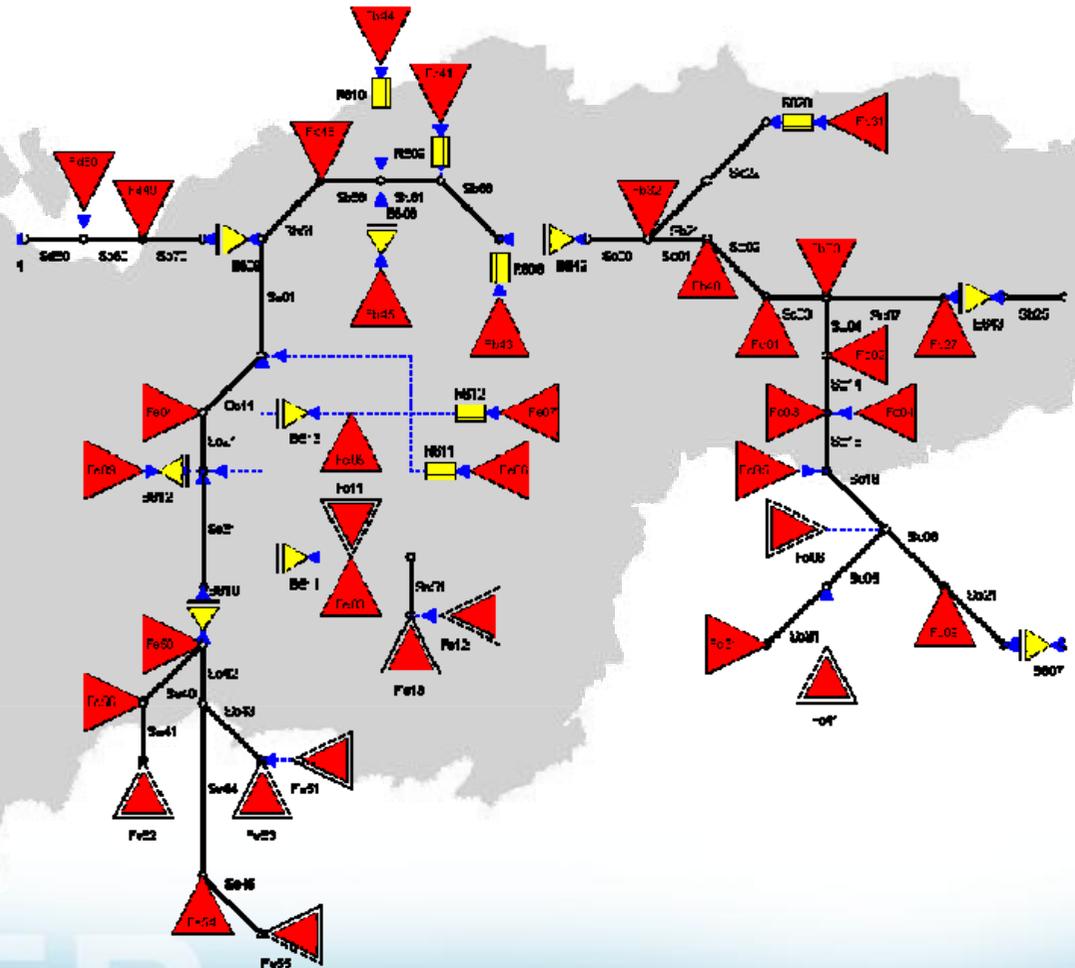
Simulationszeitraum 1965 - 1991

1270 Teileinzugsgebiete

1299 Sammler

187 RÜB / SKU / SKO

62 RÜ

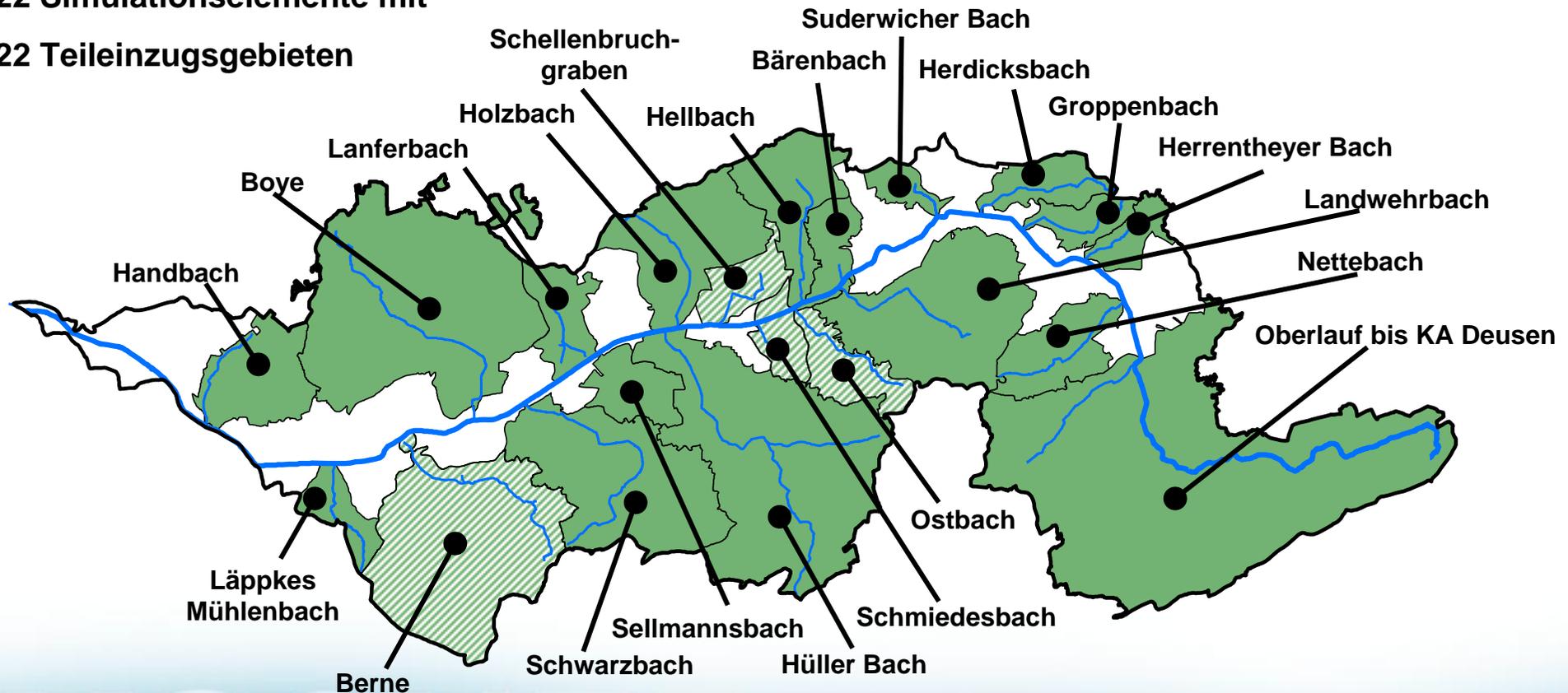


Vorhandene HGM Feinmodelle im Emscher Gebiet

Grob-Fein-Modell Emscher:

5222 Simulationselemente mit

2622 Teileinzugsgebieten





NASIM in ArcGIS

Projekt speichern

The screenshot shows the ArcMap interface with the following components:

- Menu Bar:** File, Edit, View, Insert, Selection, Tools, Window, Help.
- Toolbar:** Standard ArcGIS toolbar with a scale of 1:31.854.
- Layers Panel:** Shows a layer named 'tgs_hartmann'.
- Table View:** Displays the 'NASIM-Tab' with the following data:

SE - Bezeichnung	Rechtswert	Hochwert	Hauptabfluss	Abflussziel	TG - Niederschlagsfaktor	Nummer Niederschlagszeitreihe
14 Fw71	2576426.57	5706758.74	FALSE		1.0	
15 SWW2			FALSE		1.0	
16 Fw72	2576220.55	5706869.74	FALSE		1.0	
17 SWW0			FALSE		1.0	
18 WX10			FALSE		1.0	
19 FX30	2575913.74	5706962.0	FALSE		1.0	
20 End02			FALSE		1.0	
21 End03			FALSE		1.0	
22 QeHW			FALSE		1.0	

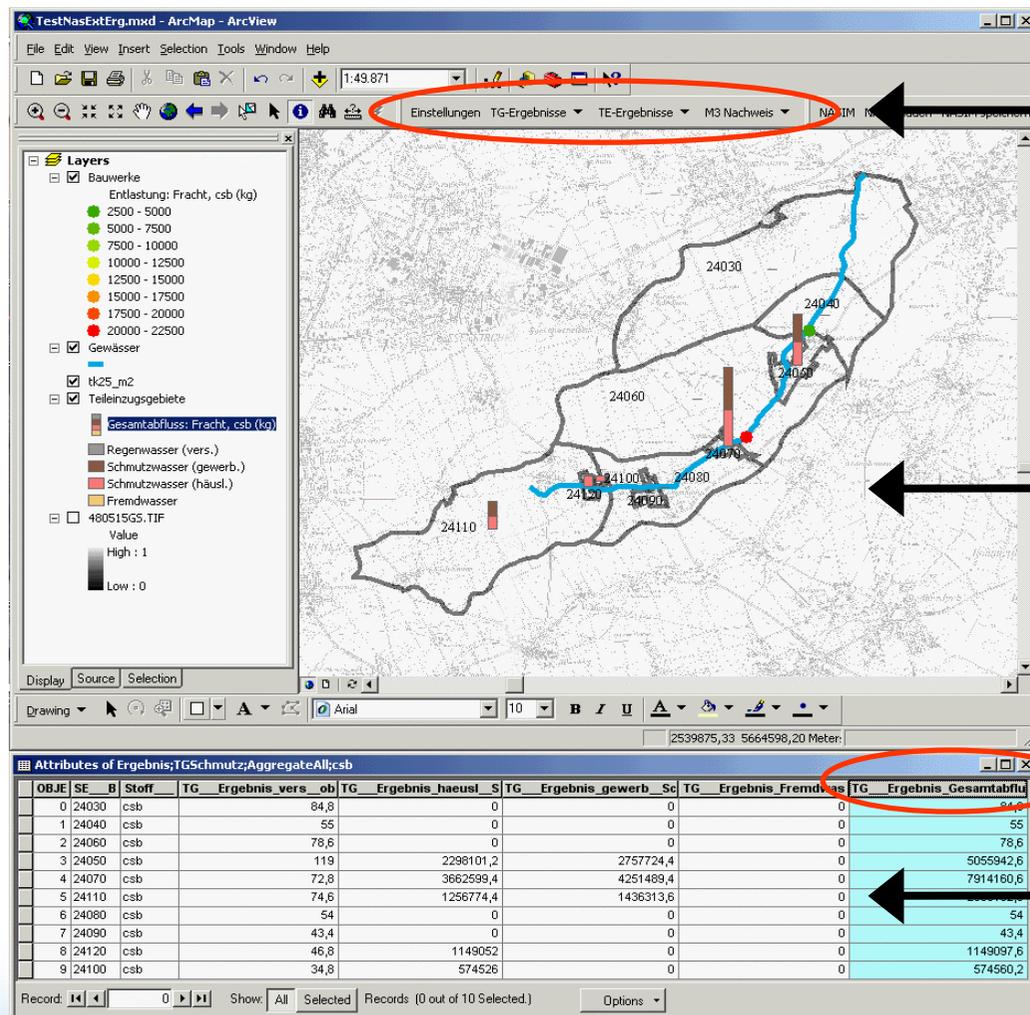
The map view at the bottom shows a geographical area with yellow and orange polygonal features.

Auswahl
Tabelle

Arbeitsbereich



NASIM-Schmutzfracht-Extension



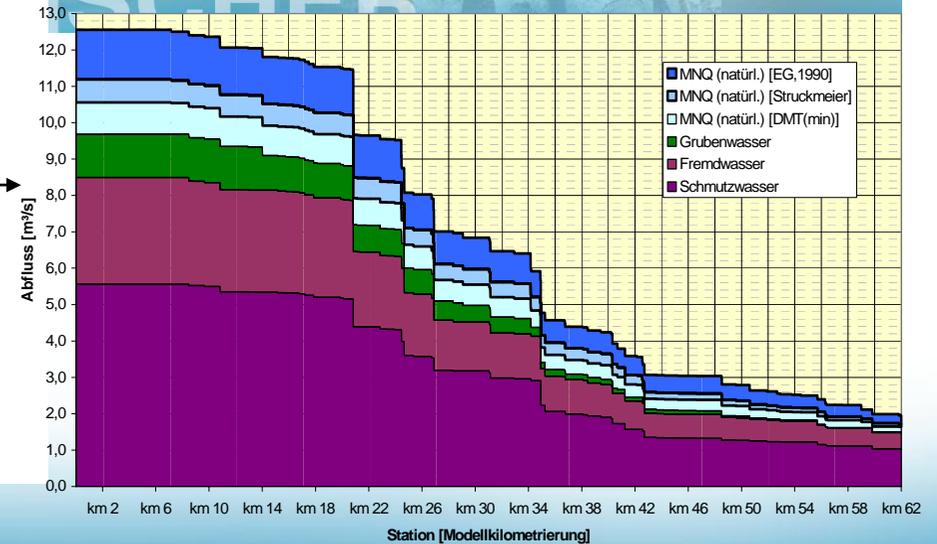
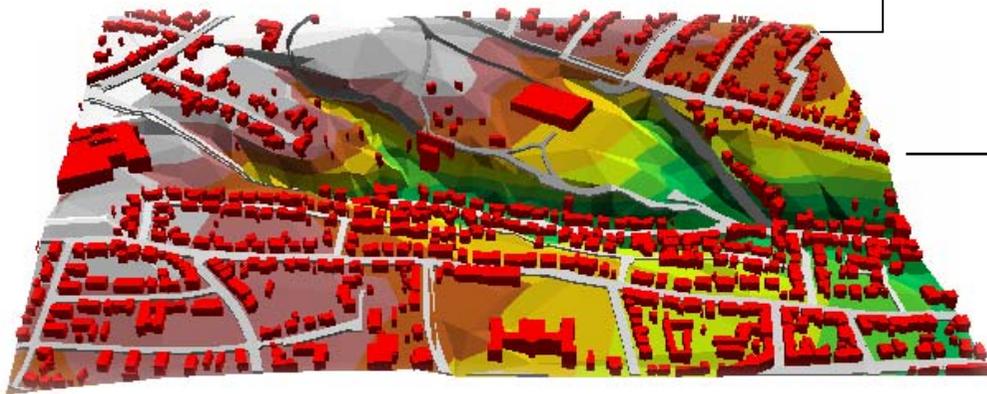
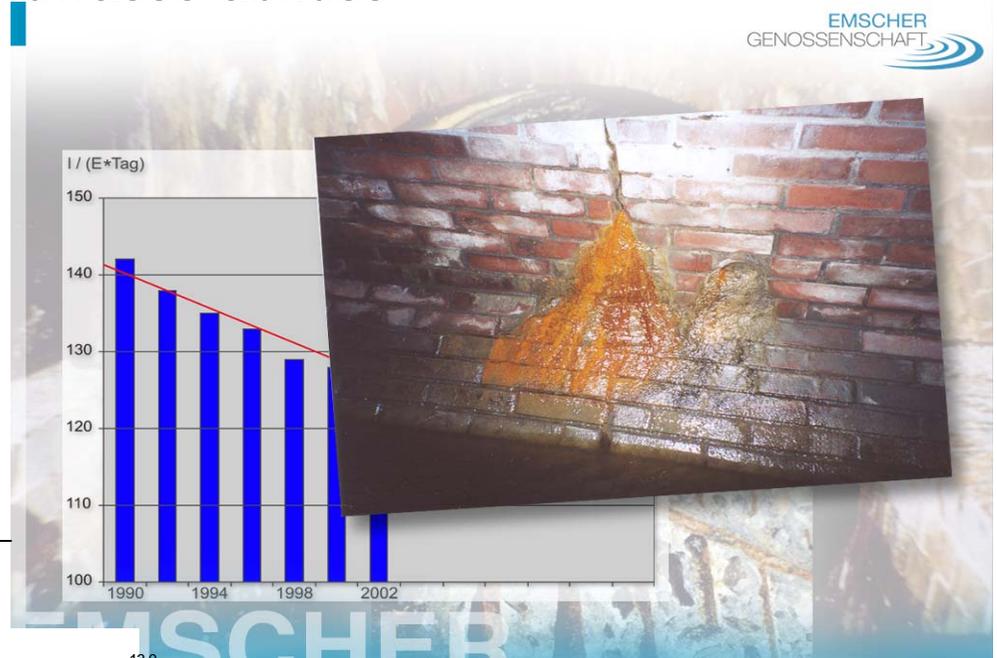
Bedienelemente

Ergebnisdarstellung

Basisdaten für Darstellung

Fremdwasserbilanzierung

Koppelung Bodenhaushalt mit Fremdwasserabfluss



Arbeitsergebnisse – 5

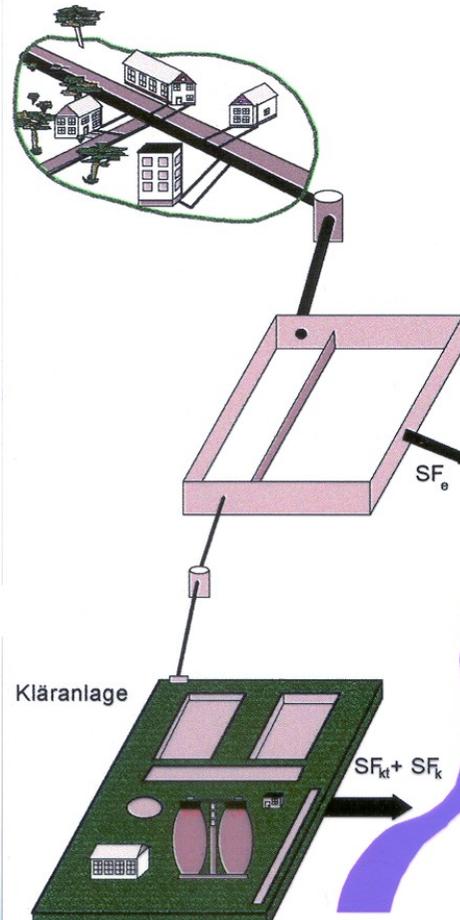


Mischsystem

- **Gewässerbelastung**

- **Neues Systemelement *Kläranlage***
 - Feste Ablaufleistung = Outputkonzentration pro Stoff
 - Vorgabe einer Fließzeit

- **Ermittlung der Gewässerbelastung nach BWK M3**
 - Ammoniaktoxizität
 - Sauerstoffdefizit



Position	Thema	AG
4.1.1	Simulationskern	BRW
4.1.2	Regenwasserzufluss	BRW
4.1.3	Trockenwetterzufluss	BRW
4.1.4	Fremdwasserzufluss	s. u.
4.1.5	Gewässerinput	EG
4.1.6	Neues SE "Kläranlage"	EG
4.1.7	GUI	WV
4.1.8	GIS-Anbindung, hier OLE.DB	WV
4.1.9	Testanwendung	EG
4.1.10	Dokumentation	BRW
4.1.10 EG	Fremdwasser / Dokumentation	EG
4.1.11	Versionserstellung	EG

Belastung des Gewässers durch:

- Kläranlage
 - SF_{kt} Jahresschmutzfracht im Trockenwetterabfluß der KA
 - SF_k Jahresschmutzfracht im Regenwasser des KA-Ablaufs
- Mischwasserentlastung
 - SF_e entlastete Jahresschmutzfracht aus Mischwasserüberläufen

Ziel: Belastung des Mischsystems muß kleiner oder gleich der Belastung des Trennsystems sein

$$SF_e + SF_k + SF_{kt} \leq SF_r + SF_{kt}$$



Nachweis der Ammoniaktoxizität

Benutzervorgabe: pH-Wert für Gewässerabschnitte

NASIM-Ergebnis: Konzentration von $\text{NH}_4\text{-N}$

Konstante: $p_{ks} = 0,09018 + (2729,92/(273,2 + T))$ mit $T = 20$ Grad

$$\text{NH}_3\text{-N} = \frac{1}{(10^{(p_{ks} - \text{pH})} + 1)} \cdot \text{NH}_4\text{-N} \quad [\text{mg/l}]$$

$\text{NH}_3\text{-N} > 0,1 \text{ mg/l}$ \longrightarrow toxisch

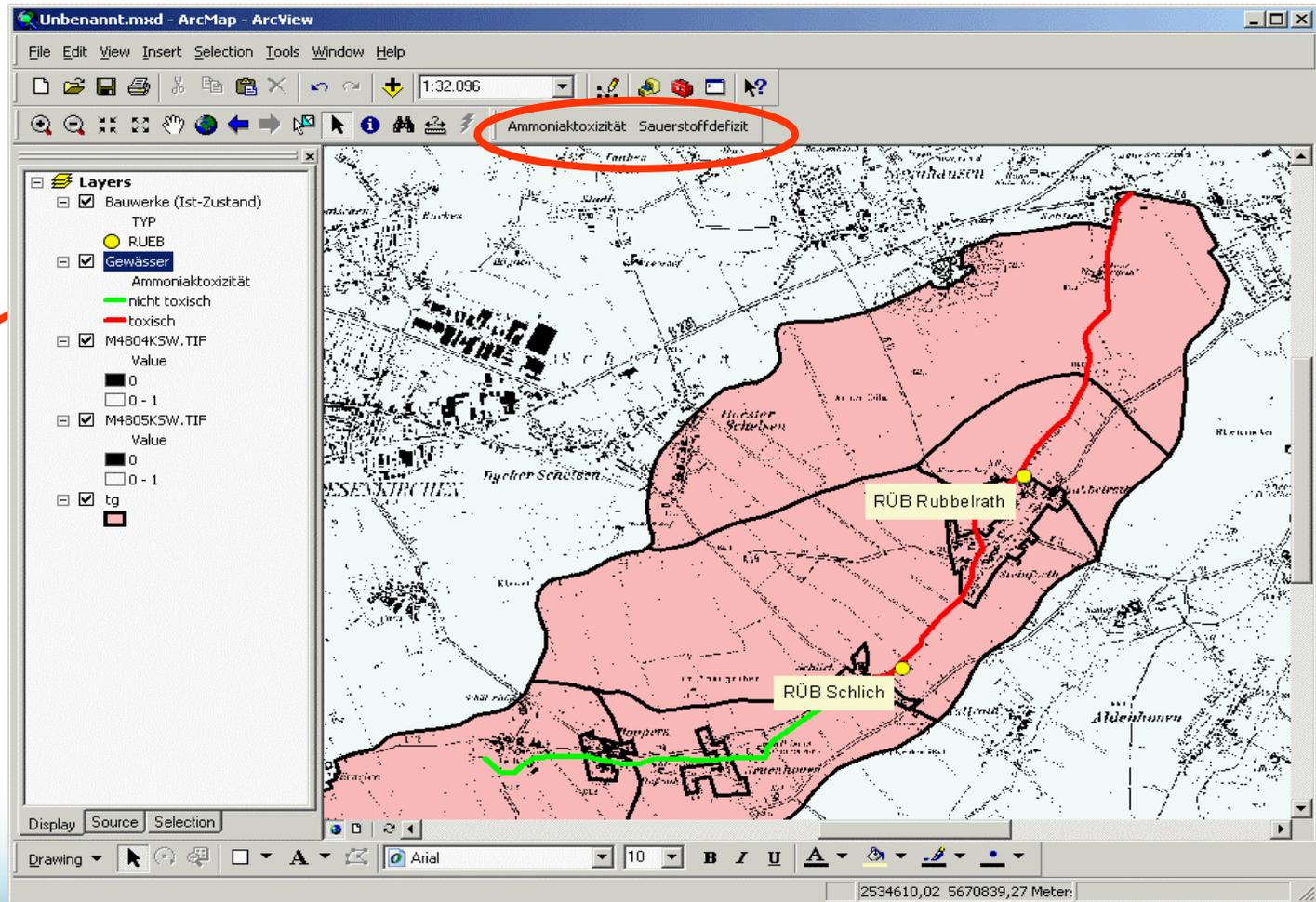


Ammoniaktoxizität

Ist-Zustand

Plan-Zustand

Planung von RRB und BFB

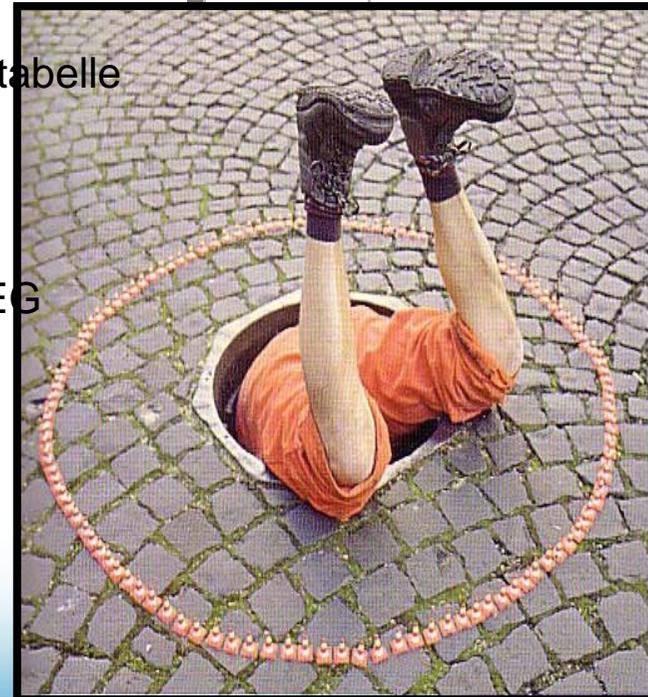




Arbeitsergebnisse – 6: Test

- **Erweiterung Teilsystemtests**
 - „Anfangsbedingungen“
 - „DM-Typen“
 - „Hydrologische Systeme“
- **Neue Klassentests**
 - „Schmutzfrachtberechner“
 - „Stoff“
 - „KLA“
 - „Lesen und Schreiben von Ganglinien, Stofftabelle und Stoffen“
- **Pilotanwendung (Rechenkern)**
 - Diplomarbeit Bruno Müntst
 - Moment Datensatz und NASIM-Daten von EG
- **TODO:**
 - Test mit synthetischem Datensatz
 - Beta-Test bei Hydrotec
 - Beta-Test beim AG

Position	Thema	AG
4.1.1	Simulationskern	BRW
4.1.2	Regenwasserzufluss	BRW
4.1.3	Trockenwetterzufluss	BRW
4.1.4	Fremdwasserzufluss	s.u.
4.1.5	Gewässerinput	EG
4.1.6	Neues SE "Kläranlage"	EG
4.1.7	GUI	WV
4.1.8	GIS-Anbindung, hier OLE.DB	WV
4.1.9	Testanwendung	EG
		BRW
	resentation	EG
		EG



Synergien der Modellintegration

- Geringerer Aufwand bei der Modellerstellung und Pflege sowie Schulungs- und Updatekosten
- Konsistente Berechnungsergebnisse im gesamten Betrachtungsgebiet
- Hydrologische Kalibrierung der Schmutzfrachtberechnung
- Bilanzierung der Stoffströme über RWB und KA bis Gewässer
- Quantifizierung der Sekundäreffekte von Maßnahmen z. B. Fremdwassergang aus Bodenspeicher und NW-Aufhöhung durch nRWB
- Effizientere Variantenuntersuchung durch Ganglinien und Statistiken sowie Ergebnisdarstellung in Timeview und GIS
- Bewertung integraler Bewirtschaftungs- und Steuerungsmaßnahmen über die Wirkungskette Kanal, RWB, KA, Gewässer

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !