



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences



IWARU Institut für
Infrastruktur · Wasser ·
Ressourcen · Umwelt

DACHBEGRÜNUNGEN IM WASSERHAUSHALTSNACHWEIS DES NEUEN ARBEITSBLATTES DWA-A 102

Birgitta Hörnschemeyer M.Sc.
Dr.-Ing. Malte Henrichs
Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl

Corrensstr. 25
D-48149 Münster

fon +49 (0)251.83 65-590

b.hoernschemeyer@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de





- Einführung
- Bilanzierung des Wasserhaushaltes
- Ableitung des Wasserbilanzmodells
 - Vorgehen
 - Stormwater Management Model (SWMM)
 - Systemfunktionen
- Anwendung des Wasserbilanzmodells
 - Anwendungsbeispiel
 - Validität
- Ausblick/ aktuelle Entwicklungen
- Fazit

Gliederung

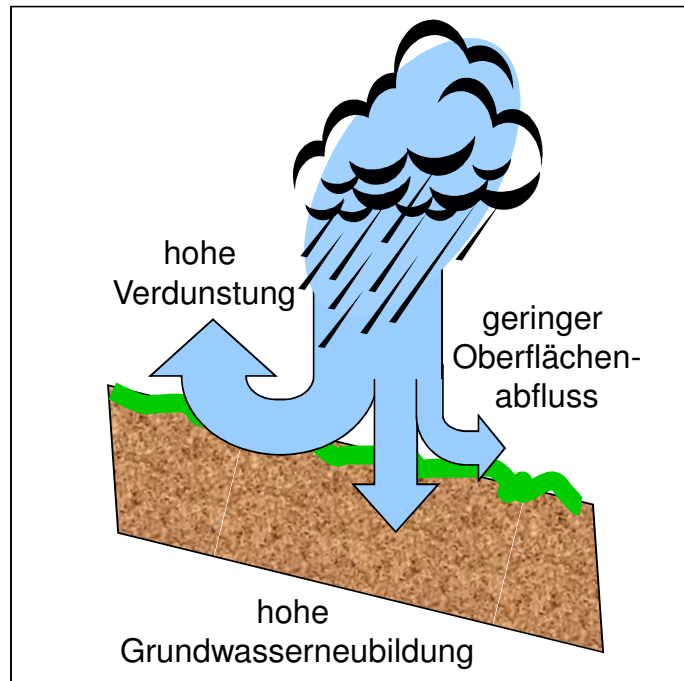
Einführung

Kurzübersicht DWA-A 102 + DWA-M 101

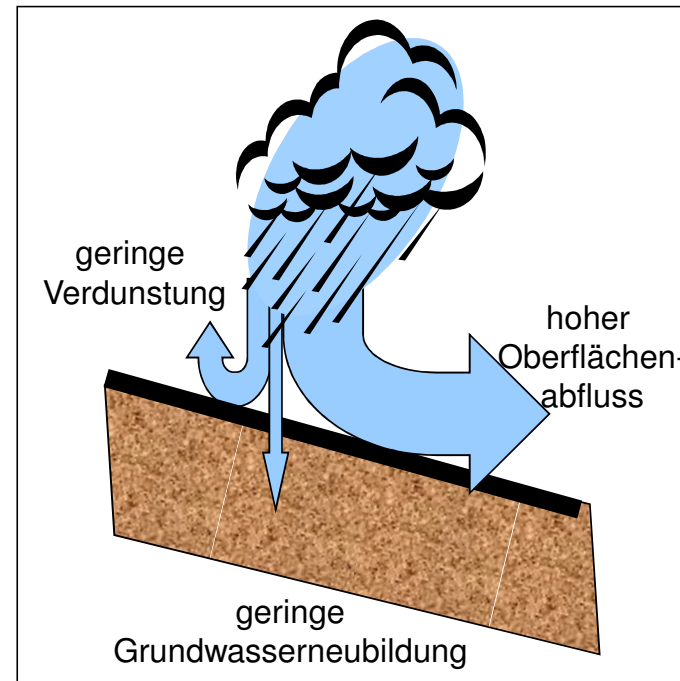


Einführung

Kurzübersicht DWA-A 102 + DWA-M 101



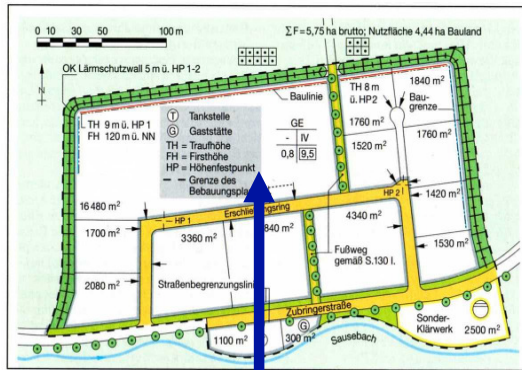
unversiegelte Fläche



versiegelte Fläche

Einführung

Kurzübersicht DWA-A 102



FRÜHER: Ableitungsprinzip

NUN: Retentionsprinzip

ZIEL DWA-A102

Wasserhaushalt des unbebauten Zustandes erhalten

MAßNAHMEN

Regenwasserbewirtschaftung

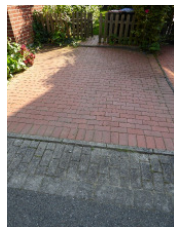
vermeiden | versickern | verdunsten | nutzen | ableiten |



UMSETZUNG/ ANWENDUNG DWA-A 102

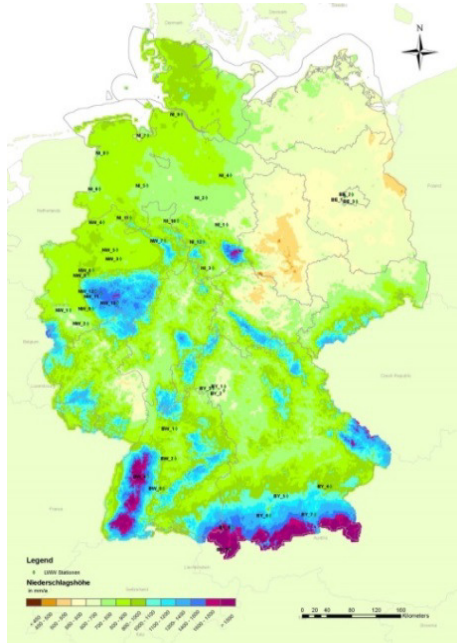
Kombination der Maßnahmen

Nachweis mittels Bilanz

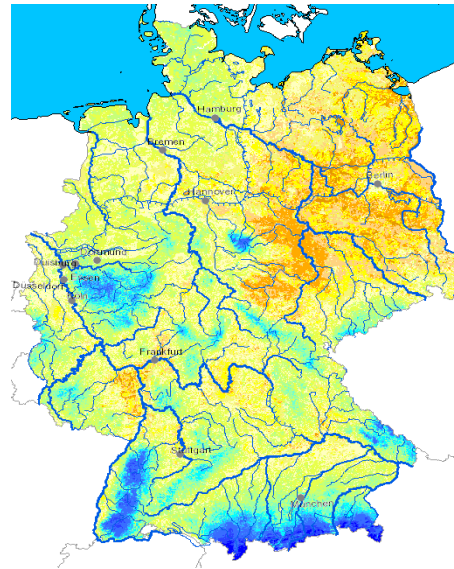


Bilanz des lokalen Wasserhaushaltes

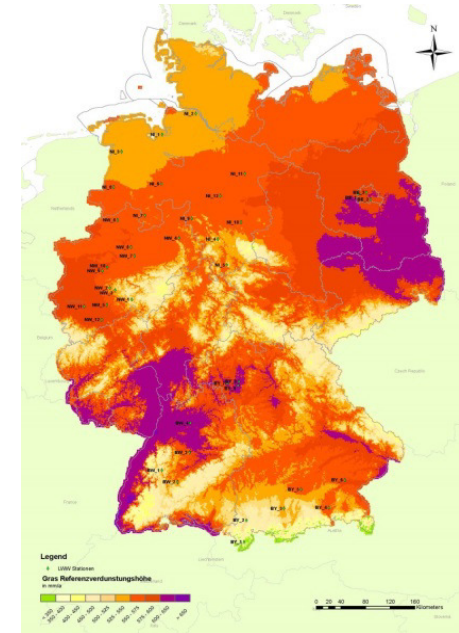
Landschaftswasserhaushalt



Niederschlag P



Abfluss R



Verdunstung ET_a

Allgemeine
Wasserhaushaltsgleichung

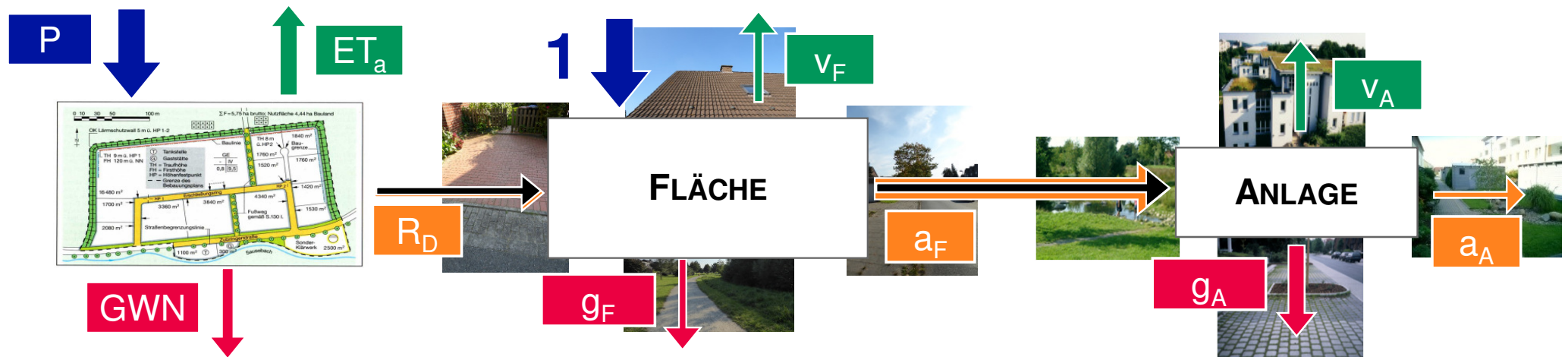
$$\begin{aligned}
 P &= R + ET_a \\
 P &= R_D + GWN + ET_a \\
 P &= a \cdot P + g \cdot P + v \cdot P
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 1 &= a + g + v \\
 \text{Aufteilungsfaktoren}
 \end{aligned}$$

Bilanz des lokalen Wasserhaushaltes

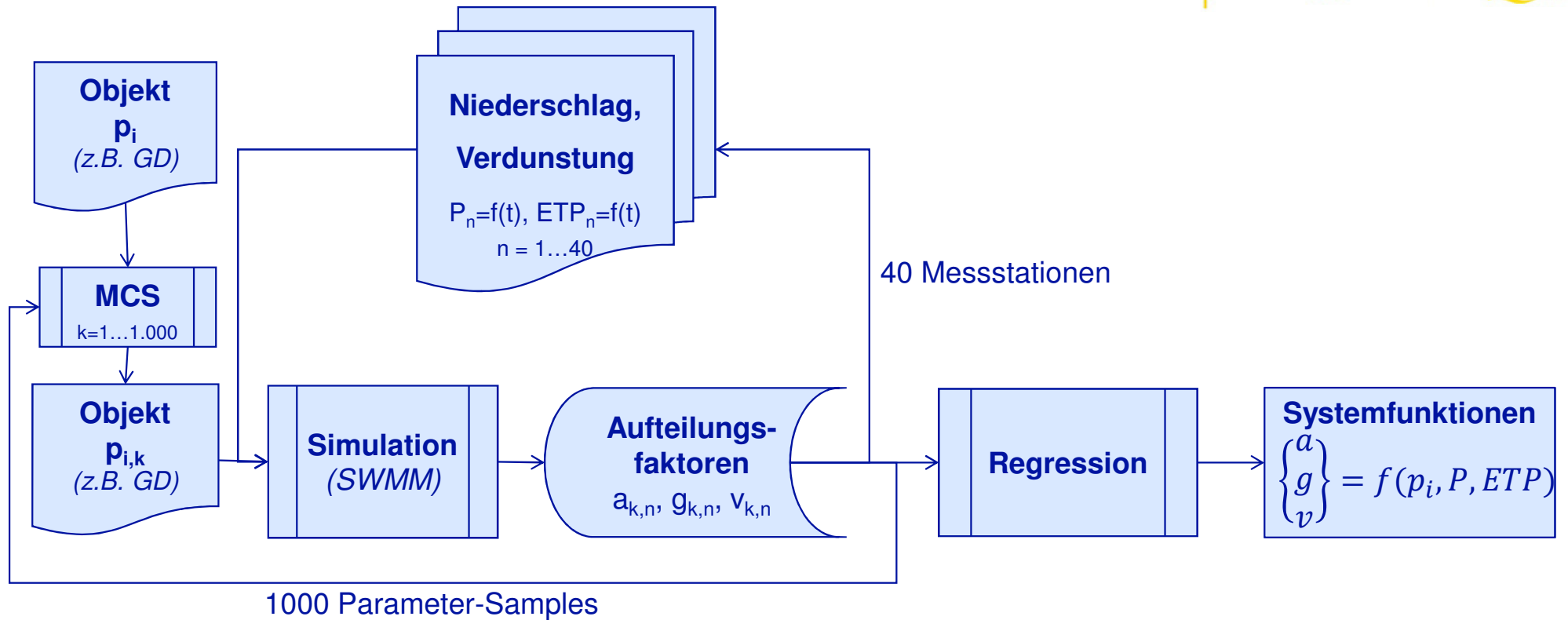
Urbaner Wasserhaushalt



→ Softwaretool WABILA bzw. DWA-Wasserbilanz-Expert

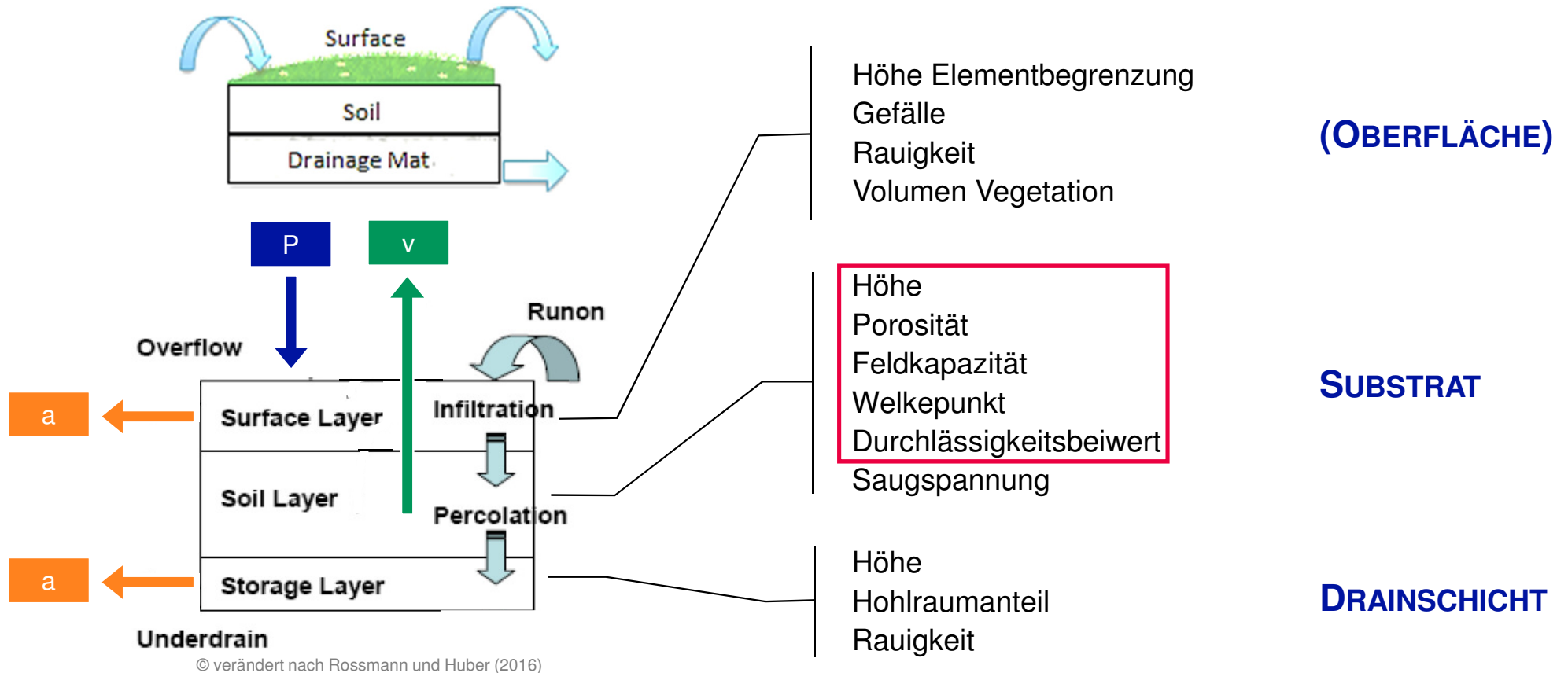
Ableitung des Wasserbilanzmodells

Vorgehen



Ableitung des Wasserbilanzmodells

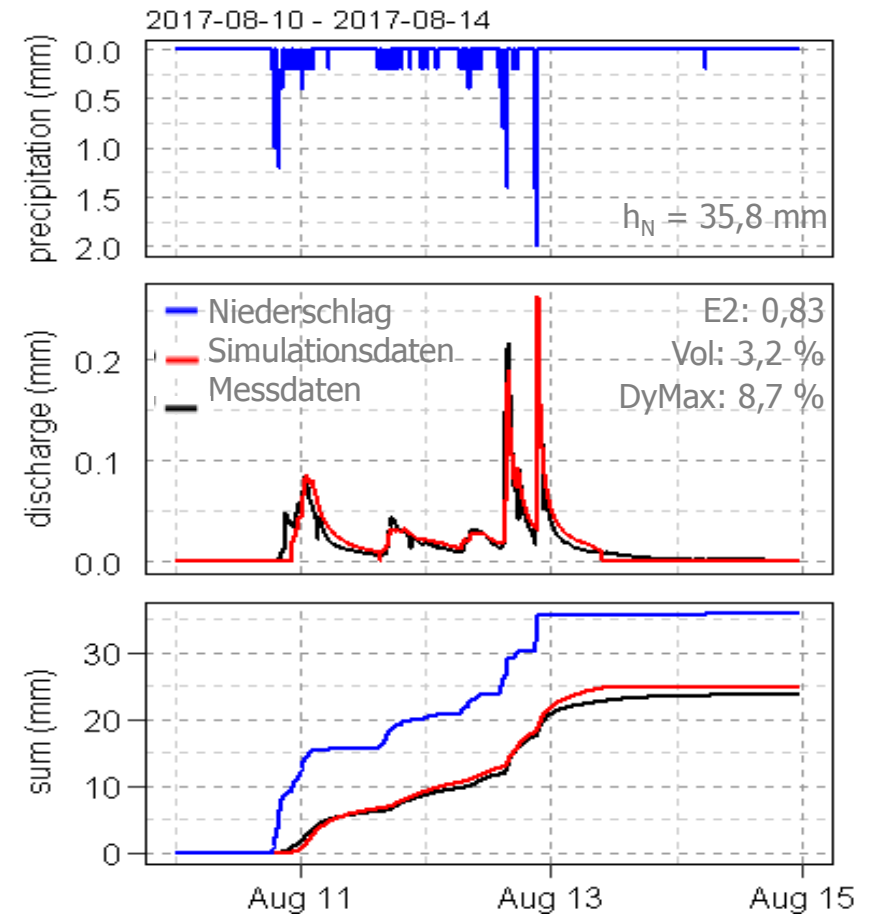
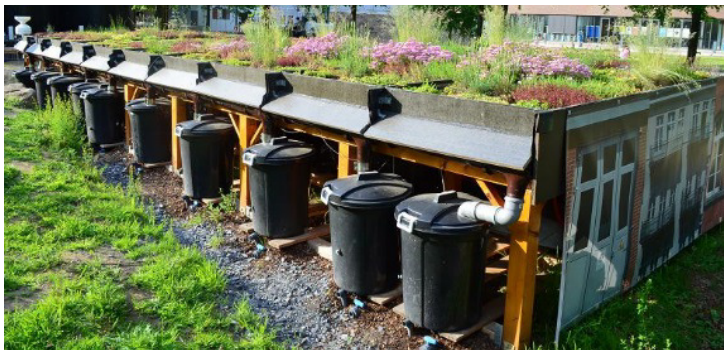
Stormwater Management Model (SWMM)



Ableitung des Wasserbilanzmodells

Validierung SWMM

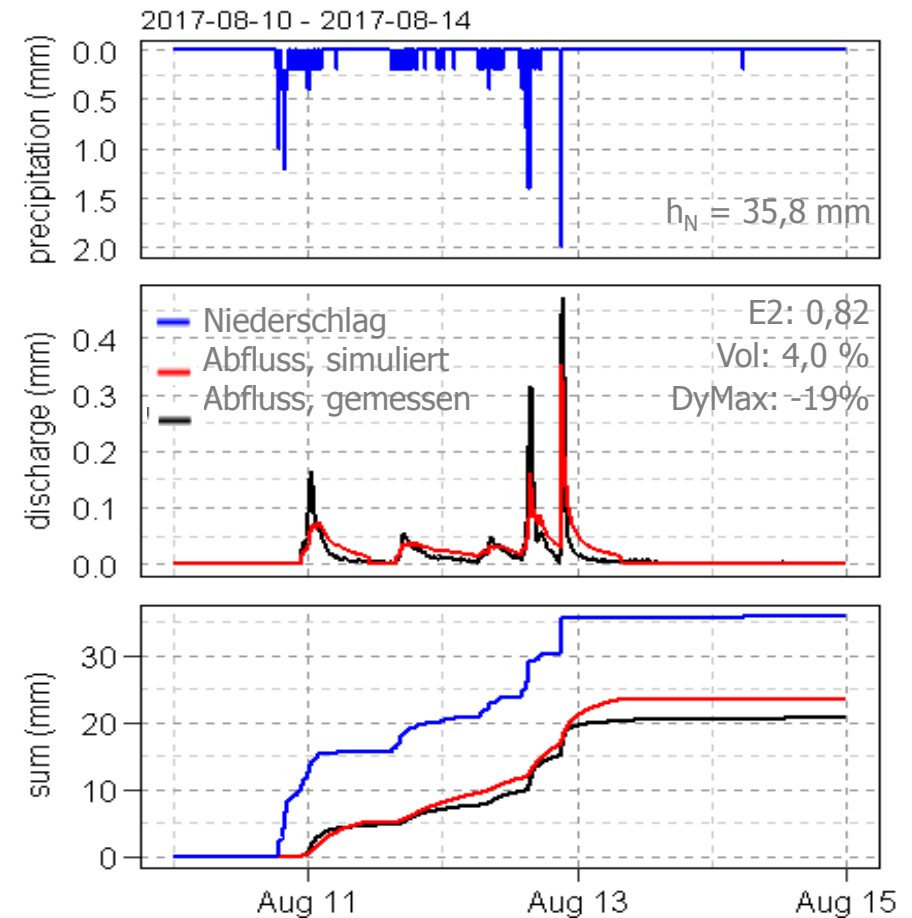
Versuchsanlage
10 Gründächer à 3 m²
 extensiv
 6 cm Substrat



Ableitung des Wasserbilanzmodells

Validierung SWMM

2 Gründächer à 80 m²
extensiv
6 cm Substrat



Ableitung des Wasserbilanzmodells

Gründächer – Systemfunktionen

Ableitung

$$a = -2,182 + 0,4293 \cdot \ln(P) - 0,0001092 \cdot P + \frac{236,1}{veg \cdot ET_p} + 0,0002297 \cdot k_f + 0,0001142 \cdot h + 0,01628 \cdot \ln(WK_{max} - WP) - 0,1214 \cdot \ln((WK_{max} - WP) \cdot h)$$

Verdunstung

$$v = 1 - a$$

GWN

$$g = 0$$

	Kurz	Einheit	Gültigkeitsbereich		Empfehlung
			Minimum	Maximum	
Niederschlag	P	mm/a	500	1700	
Verdunstung	ET _p	mm/a	450	700	
Aufbaudicke	h	mm	40	500	100/250
Differenz zwischen maximaler Wasserkapazität und Welkepunkt	WK _{max} -WP	-	0,35	0,65	0,5
Wasserdurchlässigkeit	k _f	mm/h	18	100	70



Anwendung des Wasserbilanzmodells

Anwendungsbeispiel

WABILA - <MS_GI>

Datei Bericht Hilfe

Eingabe gebietsspezifischer Daten

Basisdaten

Bruttobauland (m²) 10000 P (mm/a) 837 ETp (mm/a) 575 kf-Wert (mm/h) 22,5

Unbebauter Zustand

a (-) 0,202 g (-) 0,223 v (-) 0,575 RD (mm/a) 169 GWN (mm/a) 187 ETa (mm/a) 481

Bebauter Zustand

a (-) 0,664 g (-) 0,056 v (-) 0,280 RD (mm/a) 556 GWN (mm/a) 47 ETa (mm/a) 235

Variante **Gründach&Versickerung&Bäume** **Aufstellung von Varianten**

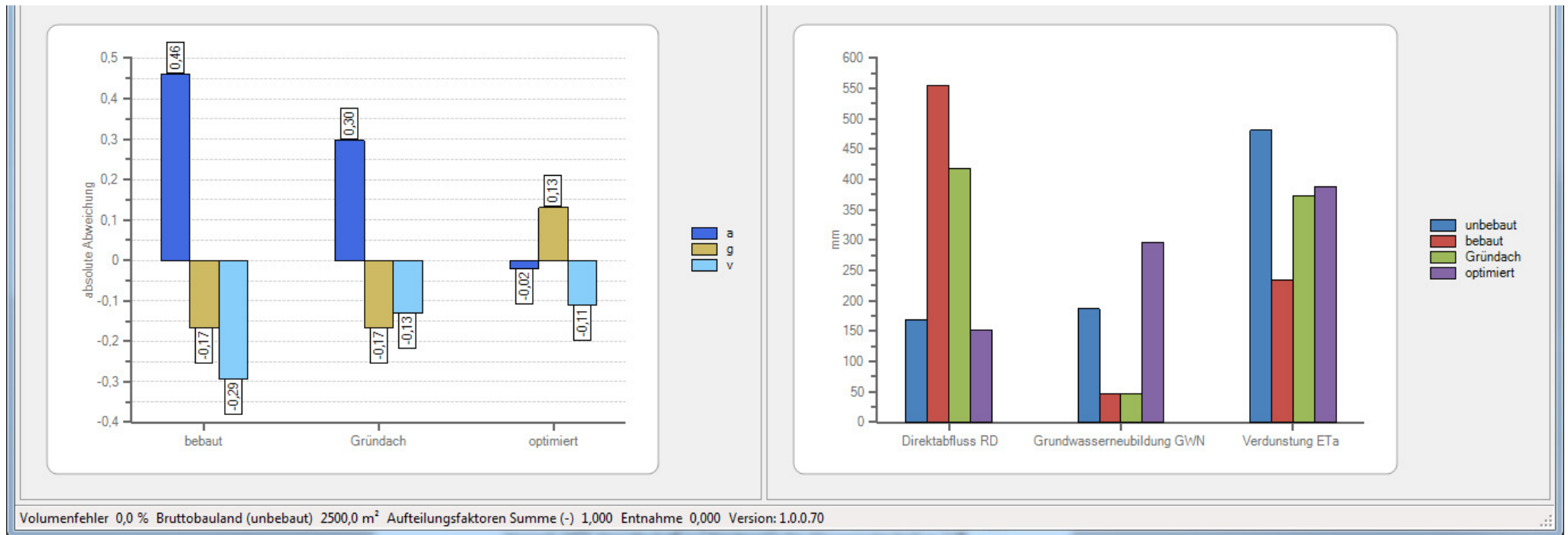
Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m ²)	a (-)	g (-)	v (-)	Entnahme (-)	Zufluss (m ³ /a)	RD (m ³ /a)	GWN (m ³ /a)	ETa (m ³ /a)	Entnahme (m ³ /a)	Ziel	Fehlermeldung
Fläche	Dach	Gründach mit Extensivbegrünung		110	0,549	0,000	0,451	0,000	82,5	45,3	0,0	37,2	0,0	RWB	
Fläche	Garage	Gründach mit Extensivbegrünung		25	0,549	0,000	0,451	0,000	18,8	10,3	0,0	8,5	0,0	RWB	
		teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		30	0,003	0,594	0,404	0,000	22,5	0,1	13,4	9,1	0,0	RWB	
		Garten, Grünflächen		20	0,000	0,315	0,685	0,000	15,0	0,0	4,7	10,3	0,0	Ableitung	
		Garten, Grünflächen		260	0,083	0,331	0,586	0,000	195,0	16,2	64,5	114,3	0,0	Ableitung	
		teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		25	0,003	0,594	0,404	0,000	18,8	0,0	11,1	7,6	0,0	RWB	
		teildurchlässige Beläge (Porensteine, Sickersteine)		15	0,003	0,594	0,404	0,000	11,3	0,0	6,7	4,5	0,0	RWB	
Maßnahme	RWB	Versickerungsmulde		15	0,000	0,931	0,069	0,000	66,9	0,0	62,3	4,6	0,0	Ableitung	

Konfiguration verschiedener Anlagen

Kombination mit anderen Elementen
(z.B. Gründach → Mulde)

Anwendung des Wasserbilanzmodells

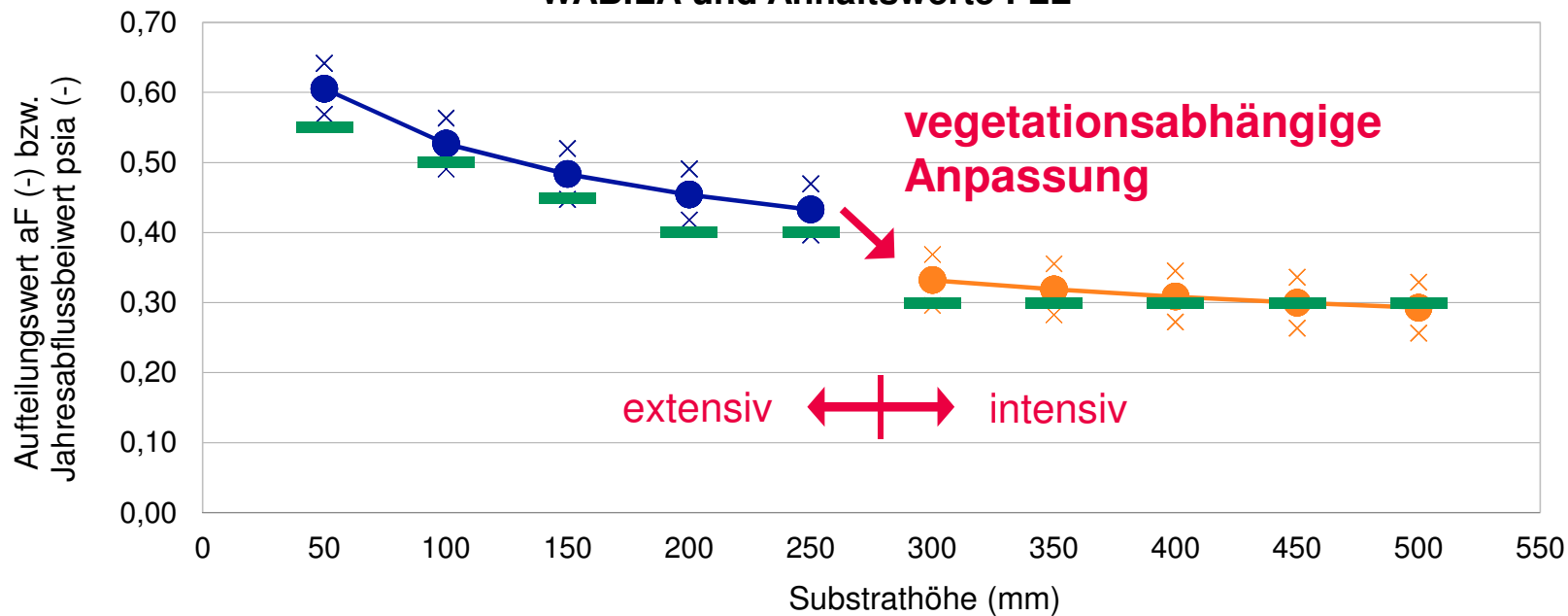
Anwendungsbeispiel



Anwendung des Wasserbilanzmodells

Validität

Vergleich von Aufteilungswerten a_F bzw. Jahresabflussbeiwerten $psia$
- WABILA und Anhaltswerte FLL -



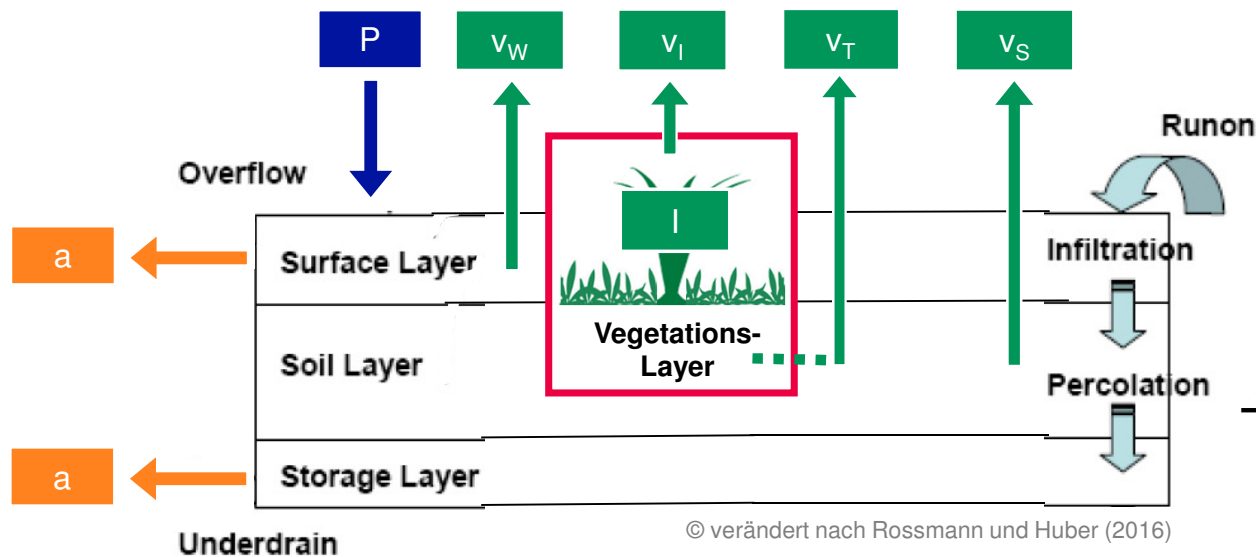
- × aF - extensiv
- × aF - intensiv
- Mittelwert aF - extensiv
- Mittelwert aF - intensiv
- Anhaltswerte entspr. FLL
Dachbegrünungsrichtlinien 2018,
Tabelle 4

Eingabeparameter

Jahresniederschlag min (mm)	650
Jahresniederschlag max (mm)	800
Aufbauhöhe (mm)	50 – 500
Differenz WK_{max} -WP	0,5
Wasserdurchlässigkeit (mm/h)	70

→ Vegetation muss beachtet werden!

Ausblick/ aktuelle Entwicklungen



Integration eines **Vegetations-Layers**
→ dynamische Modellierung unterschiedlicher Vegetationsformen

→ **IHRE** Unterstützung?!

Fazit

- diverse **Konfigurationsmöglichkeiten** (insb. Aufbauhöhe & Substrateigenschaften)
- **Variantenvergleich**
- **Kombination** mehrerer Module möglich
- **standortspezifische** Auswertung
- **valide Ergebnisse** im Vergleich zu bestehenden Anhaltswerten (z.B. FLL-Dachbegrünungsrichtlinie)
- spezifische Eigenschaften der **Vegetation** müssen beachtet werden!

→ **WABILA** hilfreich zur **gezielten Maßnahmenwahl**

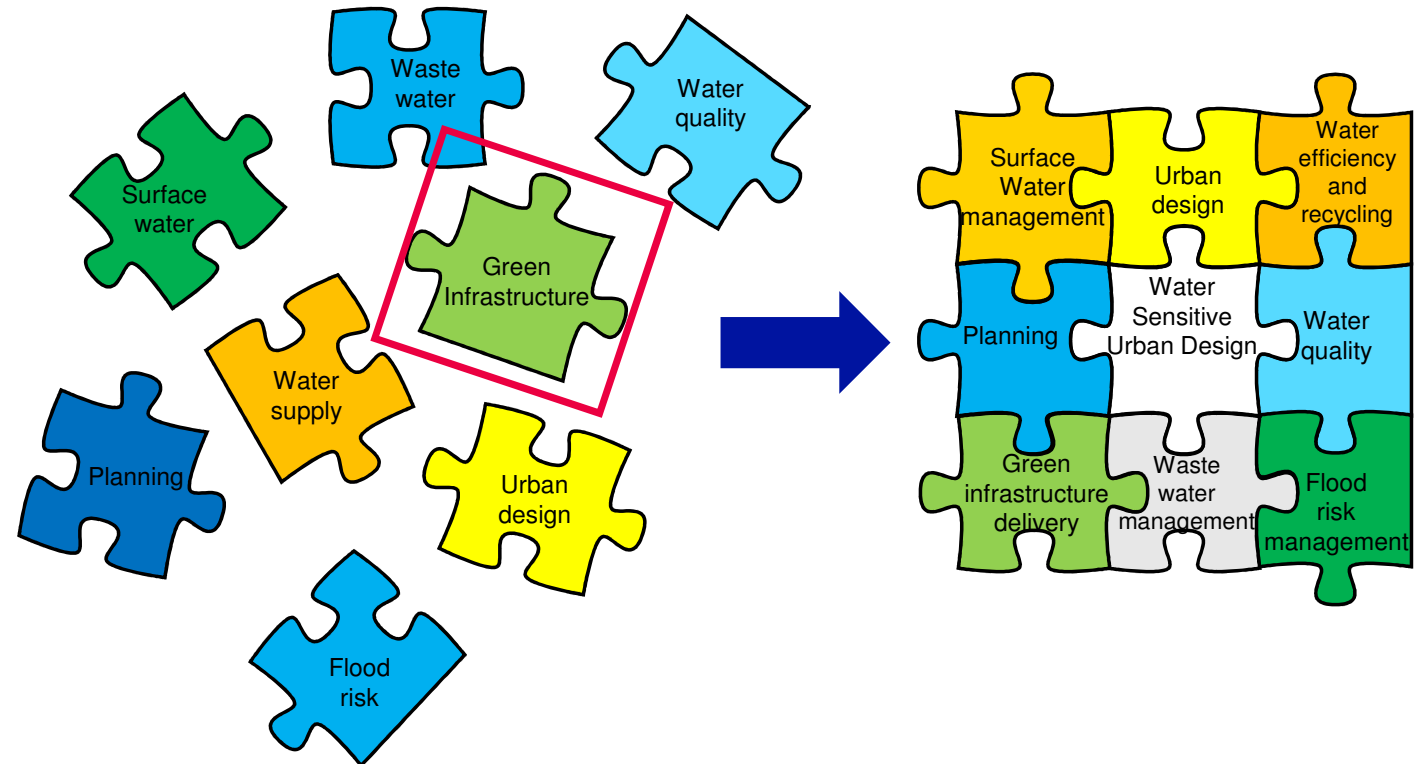
→ **Unterstützung für wassersensible, auf den lokalen Kontext bezogene Stadtentwicklung**

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

WSUD is the process.

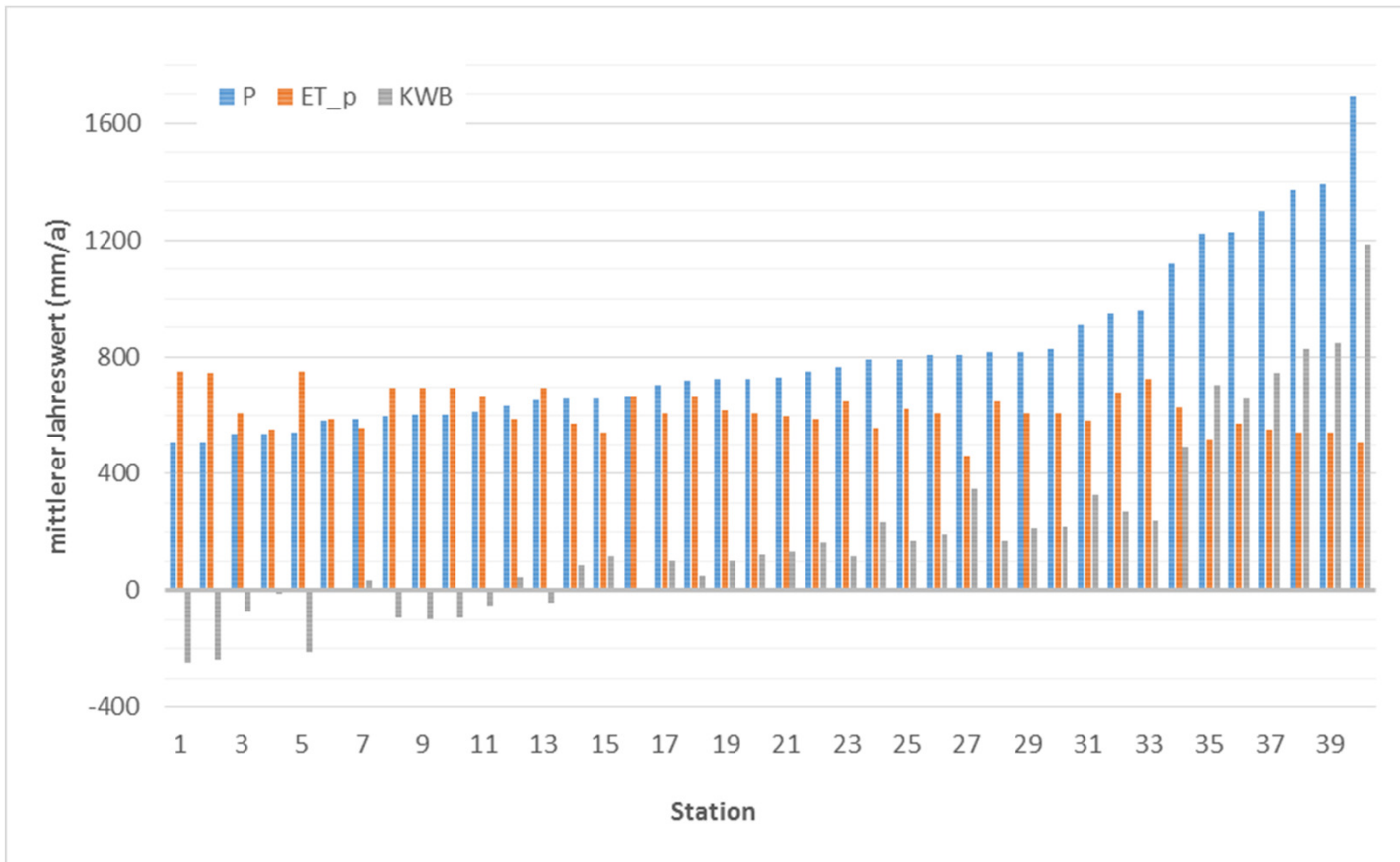
Water sensitive places
are the outcome.

WSUD can be applied
at all scales...



Ableitung des Wasserbilanzmodells

Ausgewählte Klimadaten



Ableitung des Wasserbilanzmodells

Aufteilungswerte

Flächen

$$1 = a + g + v$$

Flächentyp	Spezifikation	Aufteilungswerte		
		a_F	g_F	v_F
Dach	Steildach, alle Materialien	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1 - a_F$
	Flachdach (Metall, Glas)	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1 - a_F$
	Flachdach (Dachpappe et al.)	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1 - a_F$
	Flachdach (Kies)	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1 - a_F$
	Gründach	$f(P, ET_p, h, k_f, Wk_{max}, WP)$	0	$1 - a_F$
	Einstaudach	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1 - a_F$
Straße, Weg, Platz				
Garten Grünfläche		a. ohne Nachweis gemäß unbebautem Zustand		
		b. mit Nachweis		

Bilanz des lokalen Wasserhaushaltes

Aufteilungswerte

Anlagentyp	Spezifikation	Aufteilungswerte		
		a_A	g_A	v_A
Ableitung				
Versickerung	V-fläche	$f(P, BA_S)$	$f(P, ET_p, BA_S)$	$f(P, ET_p, BA_S)$
	V-mulde	$1-g_A-v_A$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, k_f)$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, k_f)$
	V-schacht,-rohr,-rigole	0,1	0,9	0
	Mulden-Rigolen-Element	$f(P, BA_{S,M}, k_f)$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, k_f)$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, k_f)$
	Mulden-Rigolen-System	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, q_{dr}, k_f)$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, k_f)$	$f(P, ET_p, BA_{S,M}, q_{dr}, k_f)$
Regenwassernutzung		$1-v_A-e_A$	0, vgl. Anmerkung 1	$f(P, ET_p, VS_p, VB_r, VB_w)$
Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und Rückhaltung				
Teichanlage				

Bilanz des lokalen Wasserhaushaltes

Modellkonzept – Landschaftswasserhaushalt

