

AQUA URBANICA 2014

Misch- und Niederschlagswasserbehandlung im urbanen Raum



Entwicklung eines Bilanzmodells für den urbanen Niederschlagswasserhaushalt

Malte Henrichs, Julian Langner, Mathias Uhl

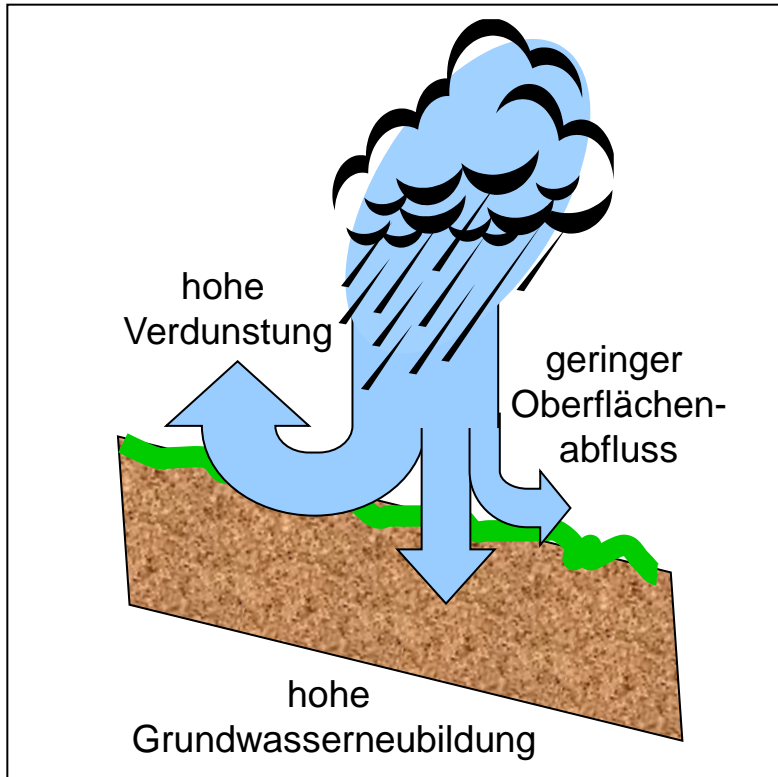
Gliederung

- Einführung & Modellkonzept
- Ableitung des Wasserbilanzmodells
- Beispiel
- Zusammenfassung und Ausblick

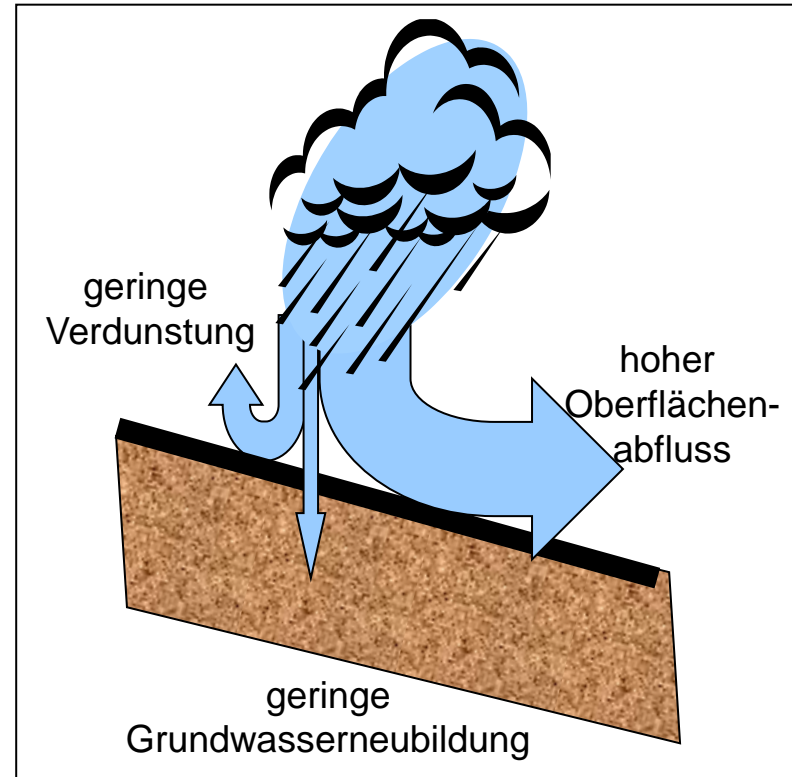
Einführung & Modellkonzept

Lokaler Niederschlagswasserhaushalt

Veränderung des Wasserhaushaltes durch Versiegelung



unversiegelte Fläche



versiegelte Fläche

Allgemeine
Wasserhaushaltsgleichung

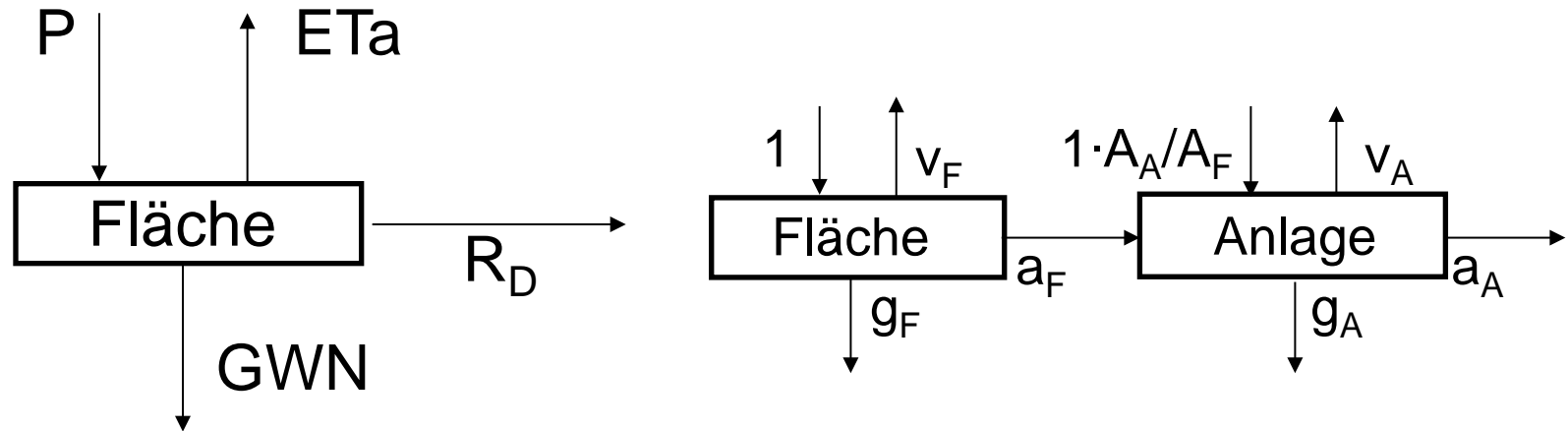
$$P = R + ET_a$$
$$P = R_D + GWN + ET_a$$

Motivation

- Rechtliche Zwänge (WHG & DWA A-102, Entwurf)
- Interdisziplinär einsetzbares Tool mit geringem Datenbedarf
- Auswahl von standortgerechten RWB-Maßnahmen
- Abbildung von
 - Befestigten Flächen (Dächer, Pflaster, ...)
 - Anlagen zur Regenwasserbewirtschaftung (RWN, Versickerung, Gründächer)

Lokaler Niederschlagswasserhaushalt

Allgemeine Wasserhaushaltsgleichung



$$P = R_D + GWN + ETa$$

$$P = a \cdot P + g \cdot P + v \cdot P$$

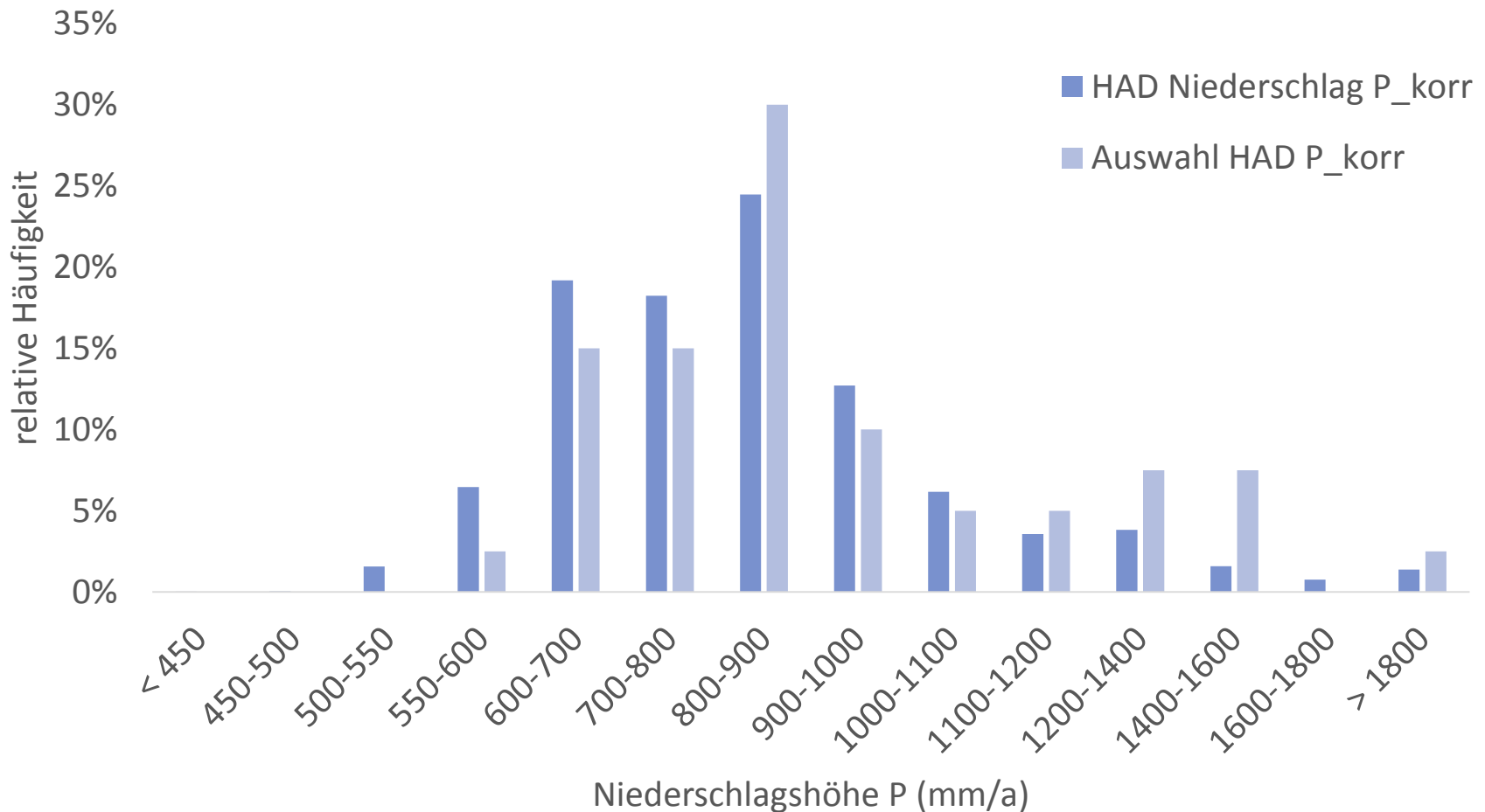


$$1 = a + g + v$$

Aufteilungsfaktoren

Ableitung des Wasserbilanzmodells

Auswahl von Klimastationen



Legend

LM

Niederschlagshöhe in mm/a

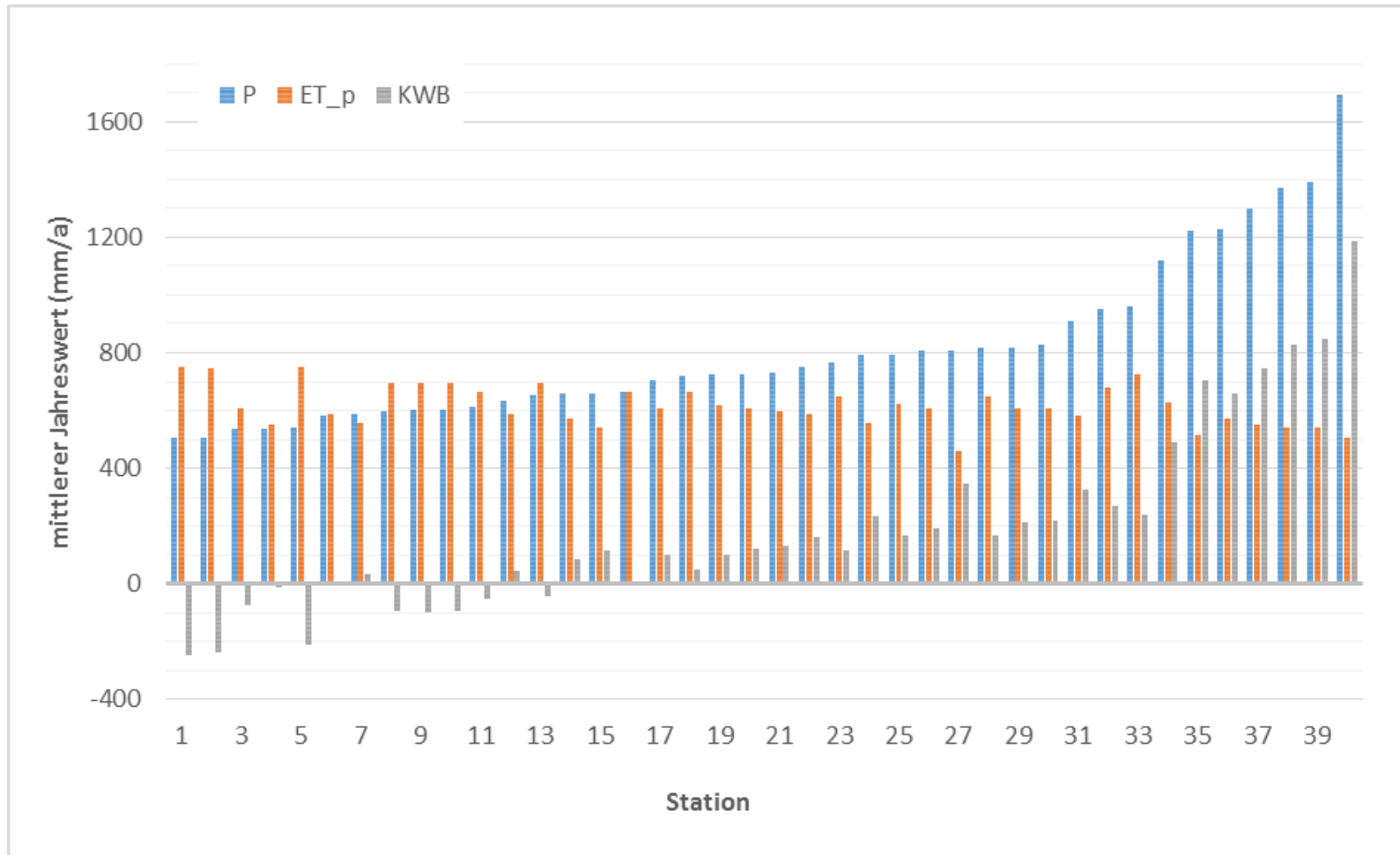


LMW Stationen

Gras Referenzverdunstungshöhe in mm/a

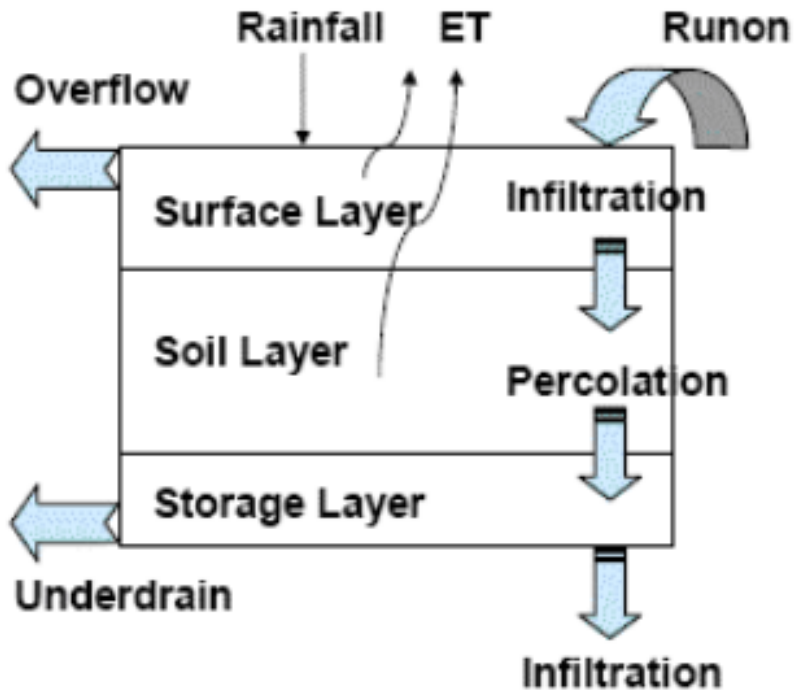


Ausgewählte Klimadaten

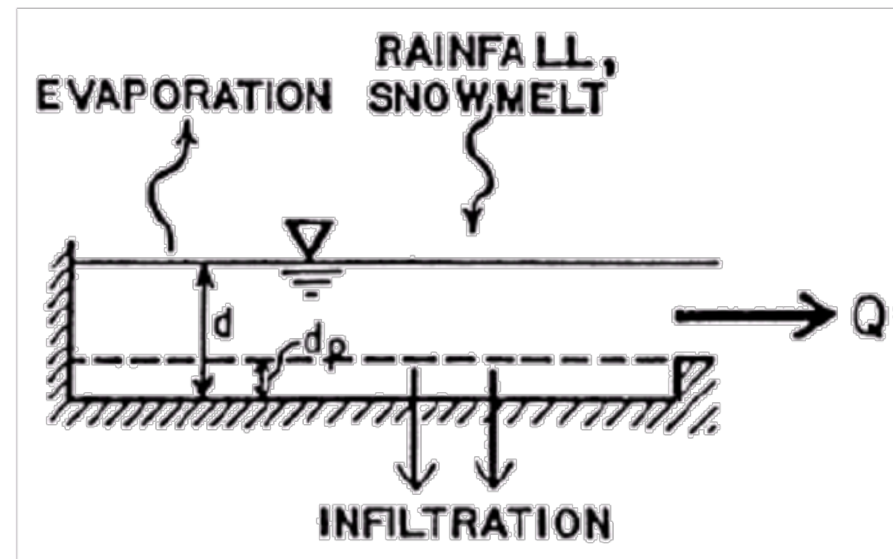


Einsatz von SWMM

LID-Element



Subcatchment-Element



Rossmann [2004]

Vorgehen (Beispiel Muldenversickerung)

Bemessung Muldenversickerung nach DWA-A 138 [2005] für 40 Standorte und 28 kf-Werte

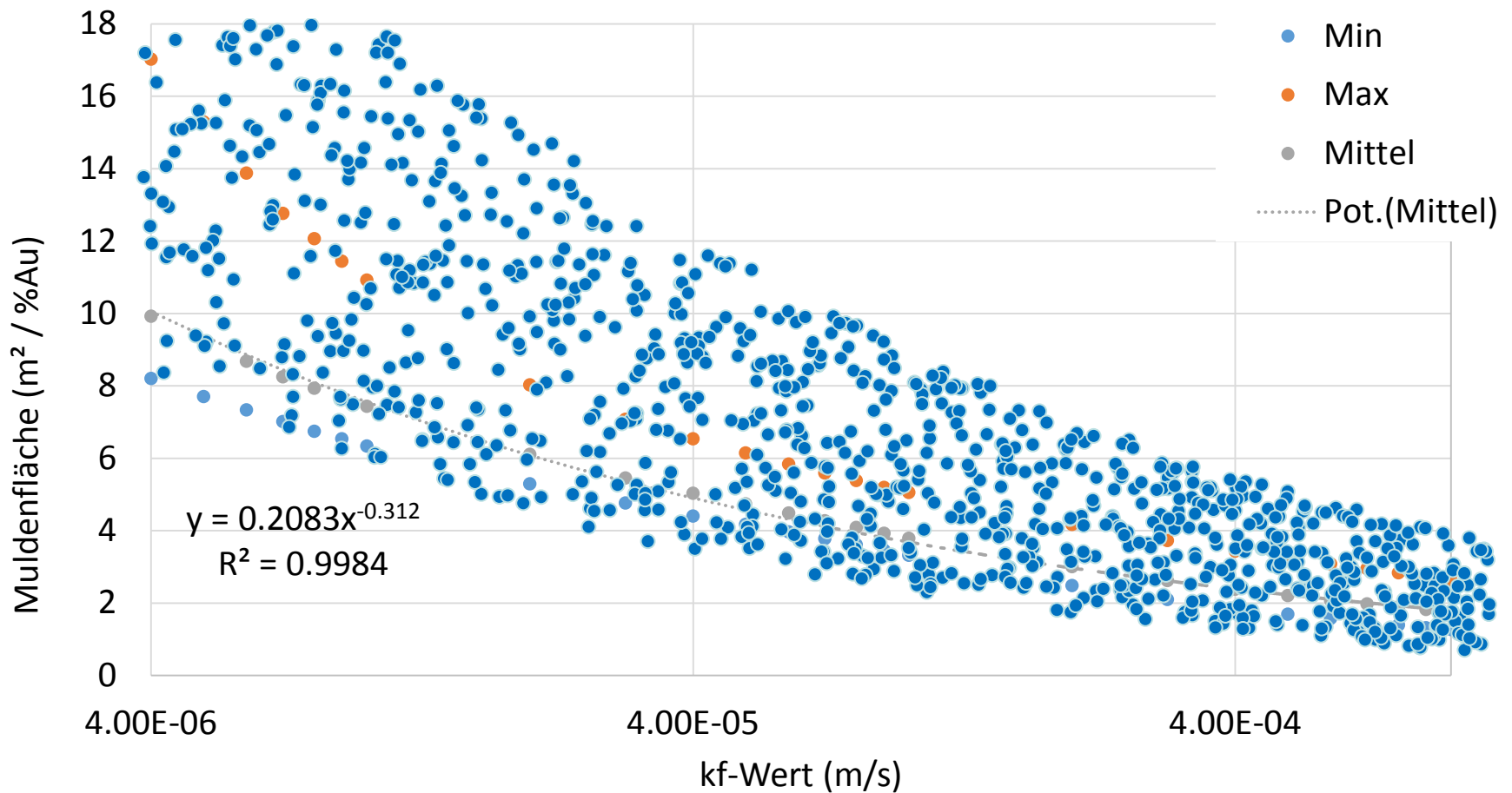
Parametergenerierung mittels Monte Carlo Sampling

Simulation 40 Stationen á 1000 Simulationen

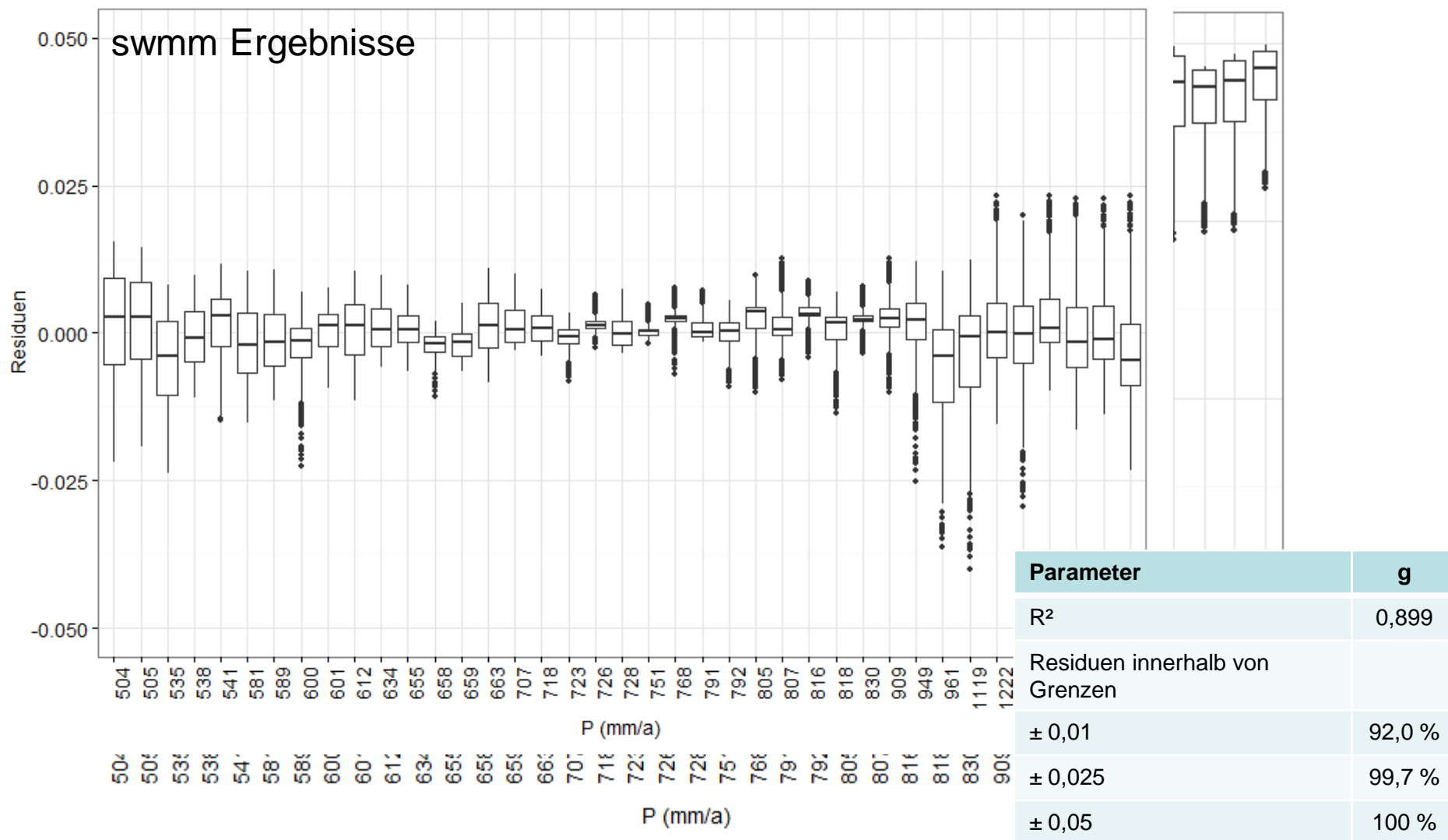
Herleitung von Systemfunktionen (a , g , v) mit multipler linearer/nichtlinearer Regression

Plausibilitätsprüfung
Vergleich der Aufteilungsfaktoren (Literatur und Simulationen)

Muldenversickerung (Parameter)



Ergebnisse Simulation und Regression



Muldenversickerung (Gleichungen)

$$a = 1 - g - v$$

$$g = 0,8608 + 0,02385 \cdot \ln(P) - 0,00005331 \cdot ET_p - 0,002827 \cdot BA_{S,M} - 0,000002493 \cdot k_f + 0,0009514 \cdot \ln\left(\frac{k_f}{BA_{S,M}}\right)$$

$$v = \frac{2,611}{-64,35 + P} \cdot BA_{S,M}^{0,9425} + 0,000008562 \cdot ET_p - 0,000001211 \cdot k_f$$

Parameter	Kurz	Einheit	Gültigkeitsbereich		Empfehlung
			Minimum	Maximum	
Niederschlag	P	mm/a	500	1700	
Verdunstung	ET _p	mm/a	450	700	
Flächenanteil Mulde	BA _{S,M}	%	$27,14 \cdot k_f^{-0,303}$	$62,414 \cdot k_f^{-0,328}$	$39,223 \cdot k_f^{-0,314}$
Durchlässigkeitsbeiwert	k _f	mm/h	14	3600	

Überblick über die Systemfunktionen

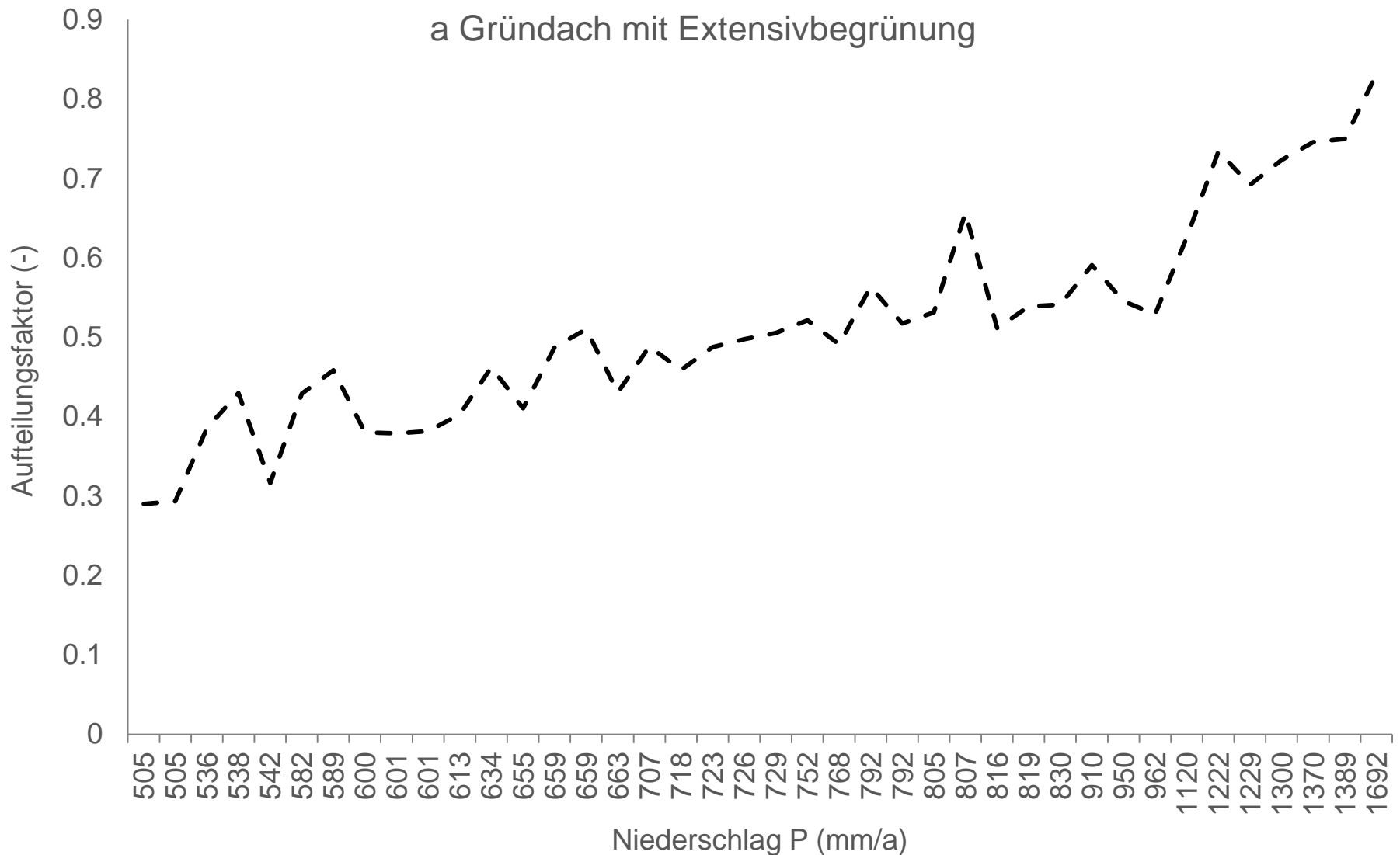
Elementtyp	Spezifikation	Aufteilungsfaktoren		
		Direktabfluss	Grundwasser-neubildung	Verdunstung
		a	g	v
Dach	Steildach, Flachdach, Kiesdach, Einstaudach	$f(P, ET_p, Sp)$	0	1-a
	Gründach	$f(P, ET_p, h, k_f, WK_{max})$	0	1-a
Straße, Weg, Platz	Asphalt, Pflaster	$f(P, ET_p, Sp)$	0	1-a
	teildurchlässige Beläge	$f(P, ET_p, Sp, FA)$	$f(P, ET_p, Sp, FA, k_f)$	$f(P, ET_p, Sp, FA, k_f, WK_{max})$
Versickerung	Versickerungsfläche	$f(P, BA_S)$	$f(P, ET_p, BA_S)$	$f(P, ET_p, BA_S)$
	Versickerungsmulde	$1-g_A-v_A$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M})$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M})$
	Mulden-Rigolen-Element	$f(P, k_f, BA_{S,M})$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M})$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M})$
	Mulden-Rigolen-System	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M}, q_{dr})$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M})$	$f(P, ET_p, k_f, BA_{S,M}, q_{dr})$
Regenwassernutzung	Anlagen für Brauchwasser	$f(P, ET_p, VSp, VBr)$	0	1-a _A
	Anlage für Brauchwasser und Bewässerung	$f(P, ET_p, VSp, VBr, VBw)$	0	$f(P, ET_p, VSp, VBr, VBw)$
	Anlagen für Bewässerung	$f(P, ET_p, VSp, VBw)$	0	1-a _A

P Niederschlag in mm/a; ET_p potentielle Verdunstung in mm/a; Sp Speicherhöhe in mm; h Aufbauhöhe in mm; k_f Durchlässigkeitsbeiwert in mm/h; WK_{max} max. Wasserkapazität; FA Fugenanteil in %; BA_S relative Größe der Versickerungsfläche in %; $BA_{S,M}$ relative Größe der Muldenfläche in %; q_{dr} Drosselabflussspende in l/(s·ha); VSp spezifische Speichervolumen in mm; VBr spezifische Wasserbedarf für Brauchwasser in mm/d; VBw spezifische Bewässerungsfläche

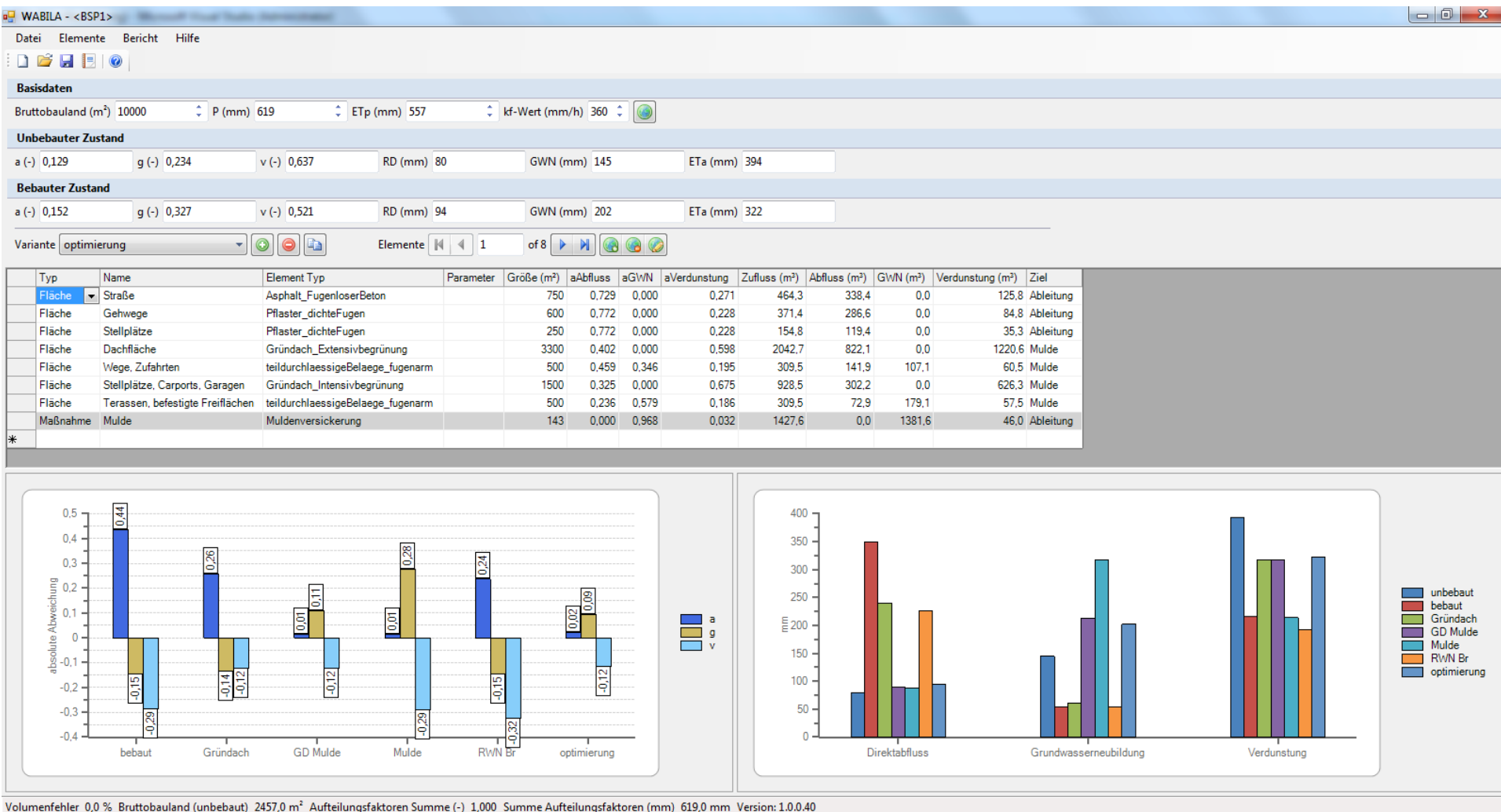
Beispiele

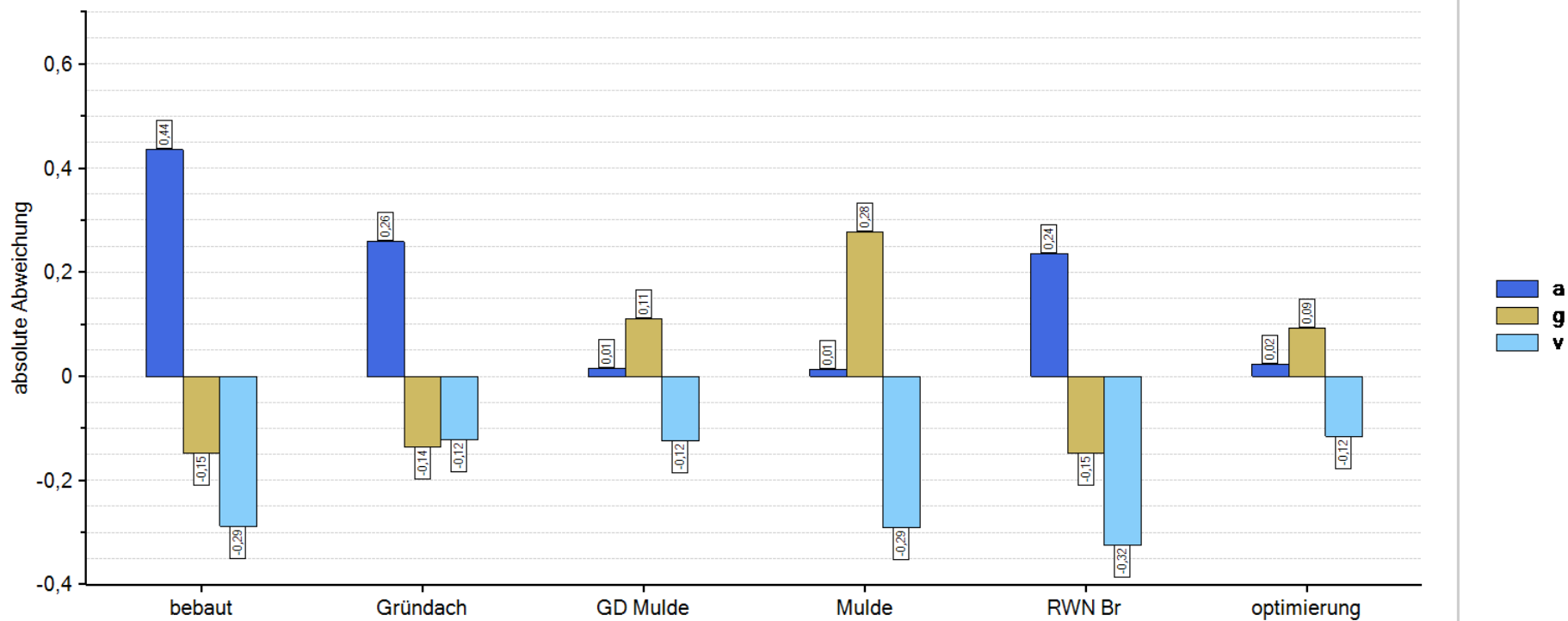
Beispiele

a Gründach mit Extensivbegrünung



Softwaretool WABILA





Zusammenfassung und Ausblick

- Entwicklung eines vereinfachtes Bilanzverfahren
- standardisierte Aufteilungsfaktoren a , g , v
- Softwaretool WABILA
- Anwendung des Verfahrens zusammen mit Landschafts- und Stadtplanern
- Erweiterung des Softwaretools als GIS-Applikation



DIE STADT ALS HYDROLOGISCHES SYSTEM IN WANDEL SCHRITTE ZU EINEM ANPASSUNGSFÄHIGEN MANAGEMENT DES URBANEN WASSERHAUSHALTS

Teilprojekt C.2

Wasserbilanzmodell als Planungstool

Prof. Dr.-Ing. Mathias Uhl
Malte Henrichs, M.Sc.
Julian Langner, M.Sc.
Dennis Kliewer
Anna Plätzer



Intelligente und multifunktionelle Infrastruktursysteme für eine zukunftsfähige Wasserversorgung und Abwasserentsorgung