



Urbaner Wasserhaushalt als Ziel für wassersensitive Stadtplanung

Urban water balance
as an objective for water sensitive urban design

Mathias Uhl, Malte Henrichs

FH Münster FB Bau IWARU

Joachim Schultz-Granberg, Timo Herrmann, Francis Kéré
Julian Langner, Maike Wietbüscher

Urbaner Wasserhaushalt

Agenda



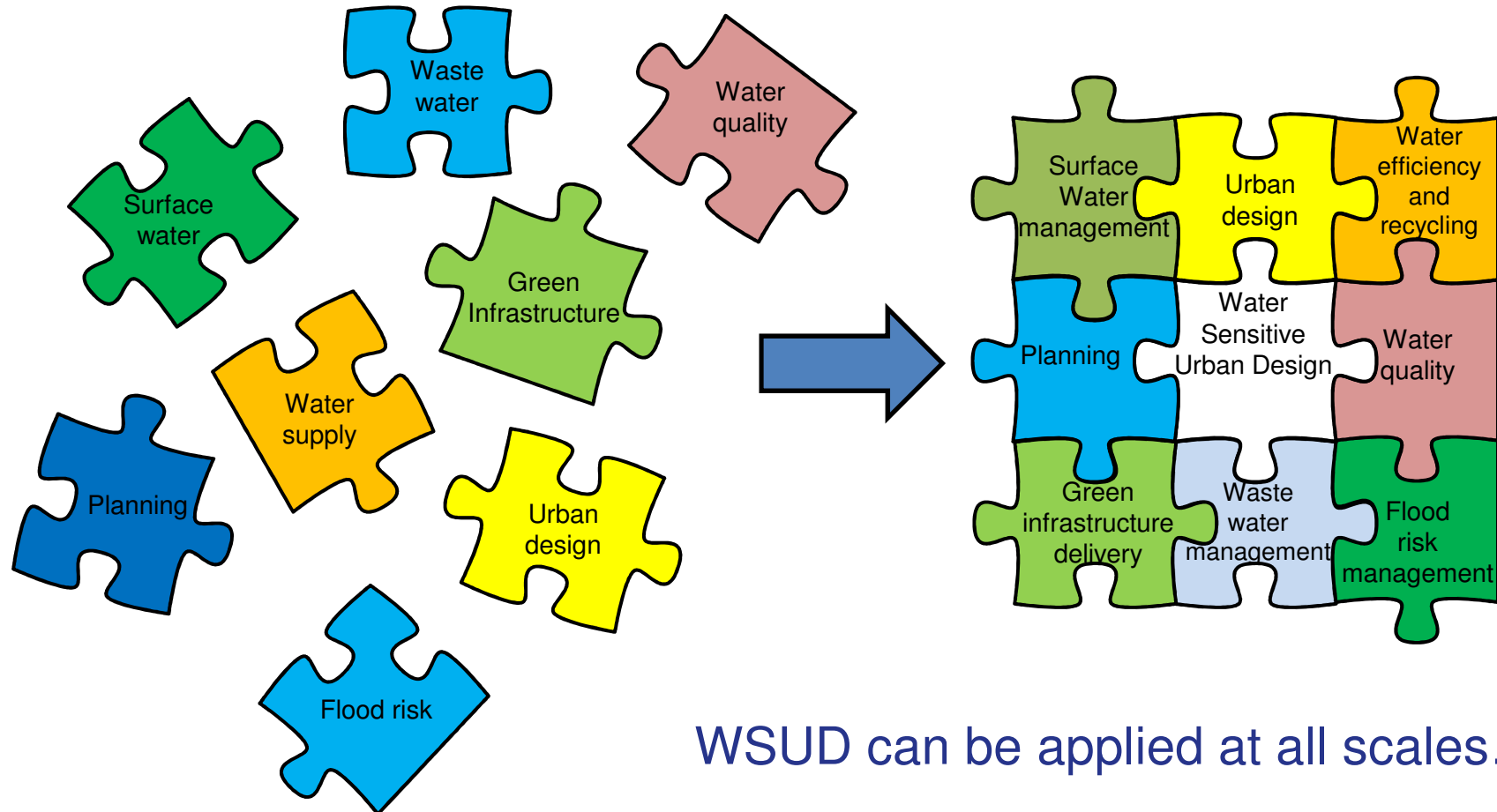
- WSUD - water sensitive urban design
- Urbaner Wasserhaushalt
- Wasserhaushaltsmodell
- Beispiel Münster Stadtquartier Oxford
- Fazit

Urbaner Wasserhaushalt

Water Sensitive Urban Design WSUD



WSUD is the process. Water sensitive places are the outcome.

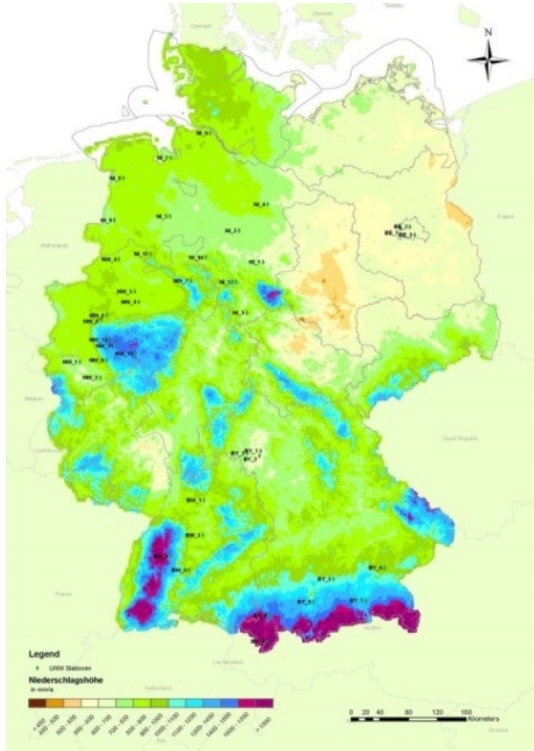


WSUD can be applied at all scales...

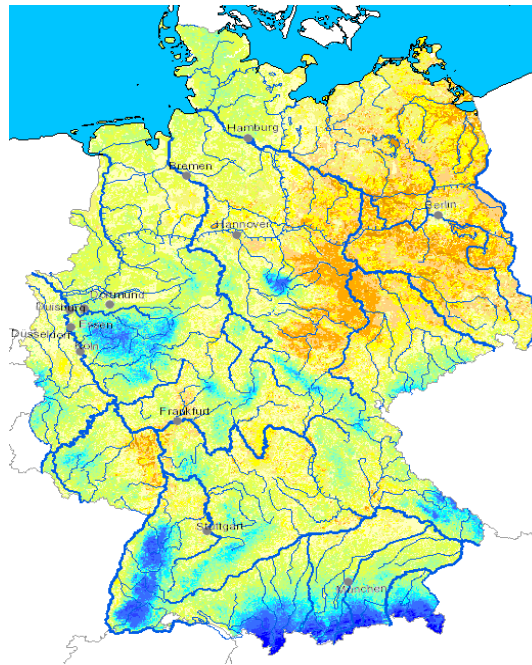
Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell

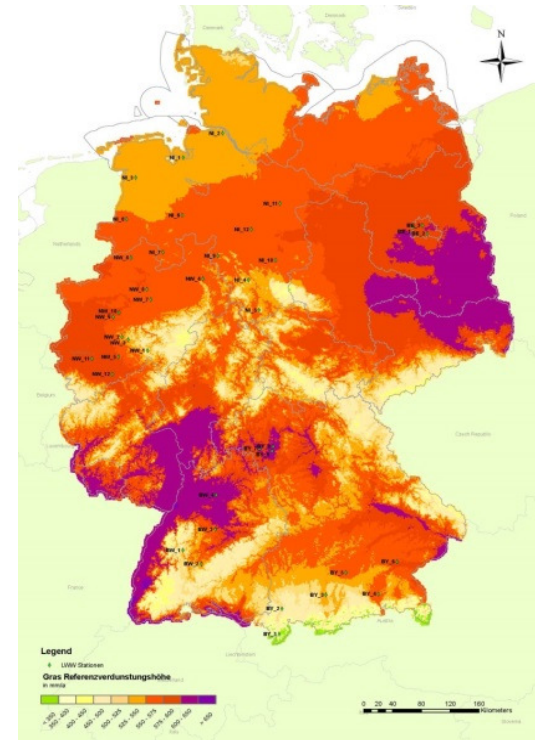
Landschaftswasserhaushalt



Niederschlag P



Abfluss R



Verdunstung ET_a

Allgemeine
Wasserhaushaltsgleichung

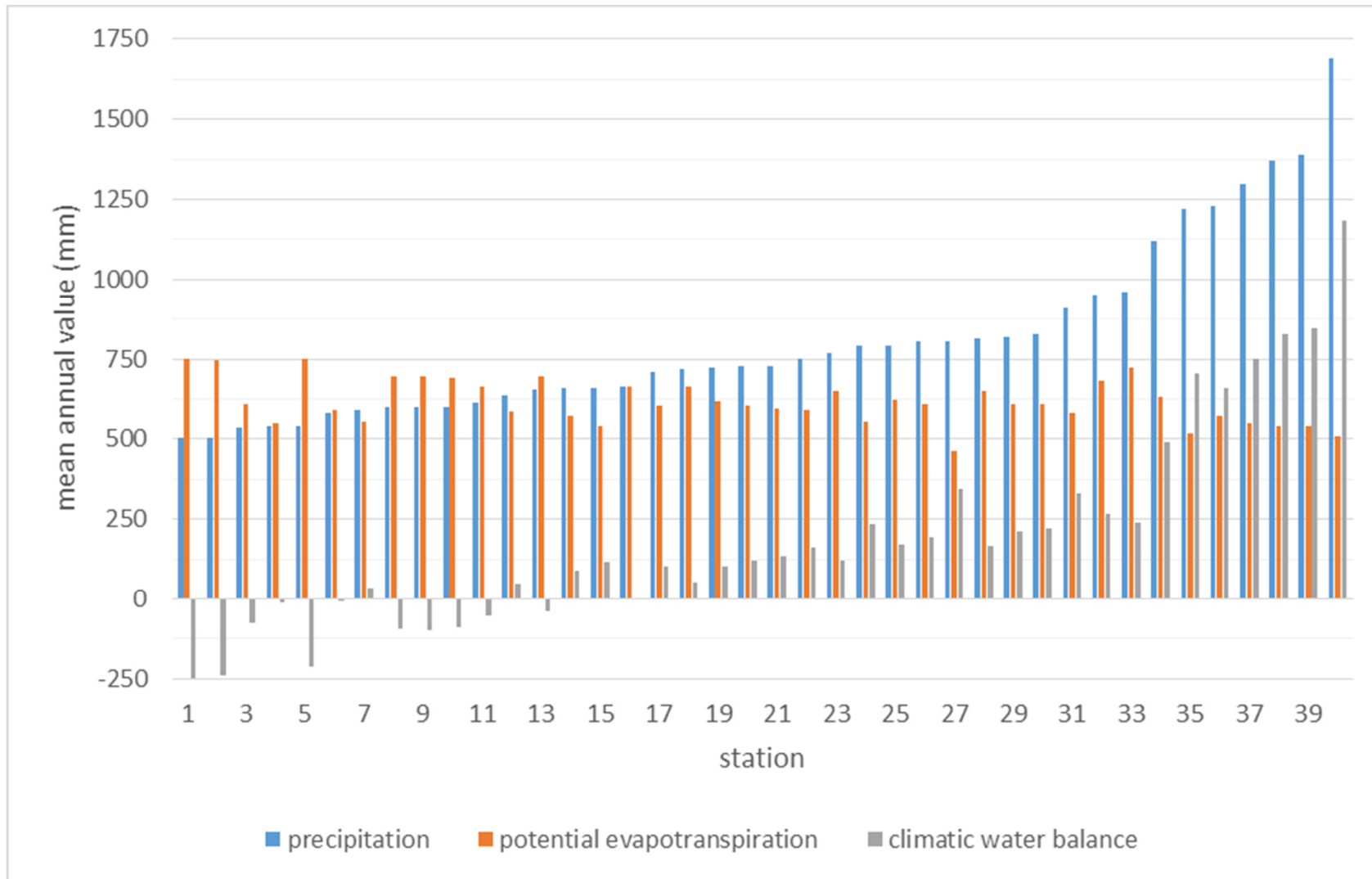
$$\begin{aligned}
 P &= R + ET_a \\
 P &= R_D + GWN + ET_a \\
 P &= a \cdot P + g \cdot P + v \cdot P
 \end{aligned}$$

→ $1 = a + g + v$

Urbaner Wasserhaushalt

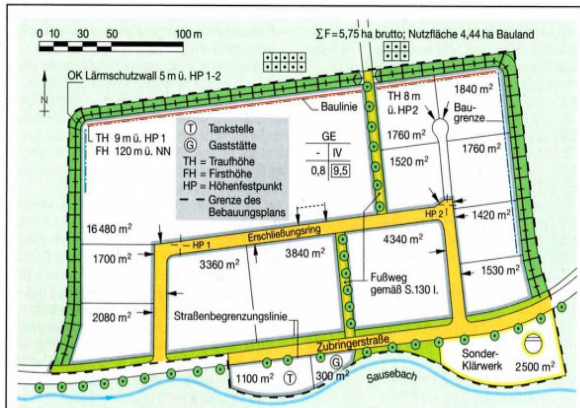
Wasserbilanzmodell

40 Klimastationen



Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell



Ziel DWA-A102

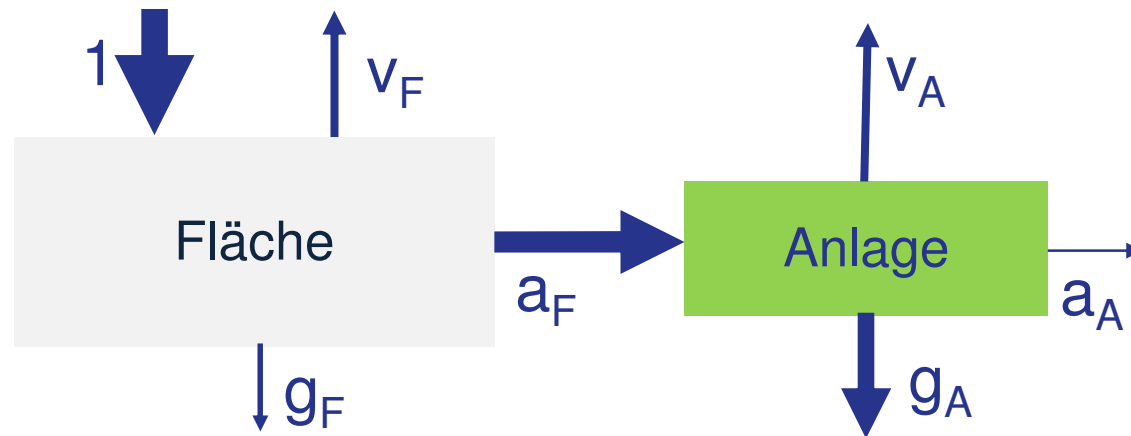
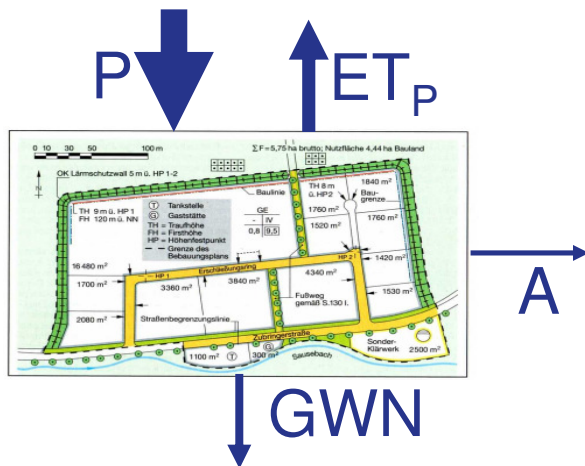
Wasserhaushalt des unbebauten Zustandes erhalten

Regenwasserbewirtschaftung

vermeiden | versickern | verdunsten | nutzen | ableiten |



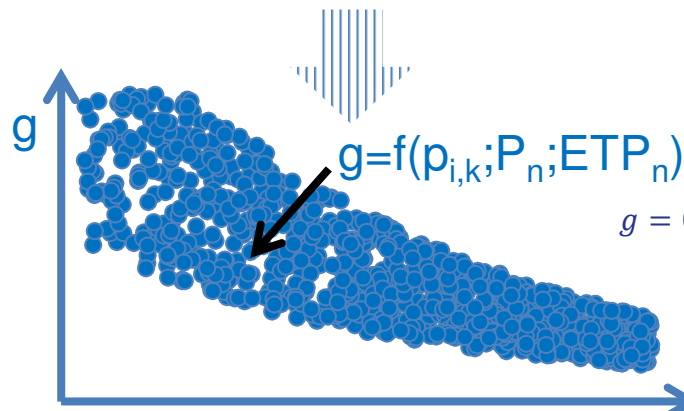
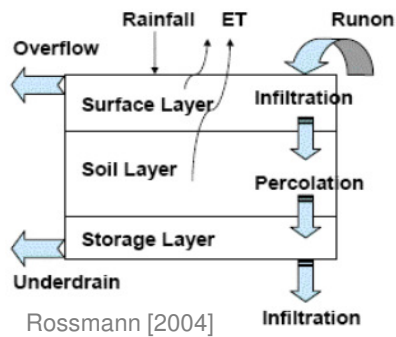
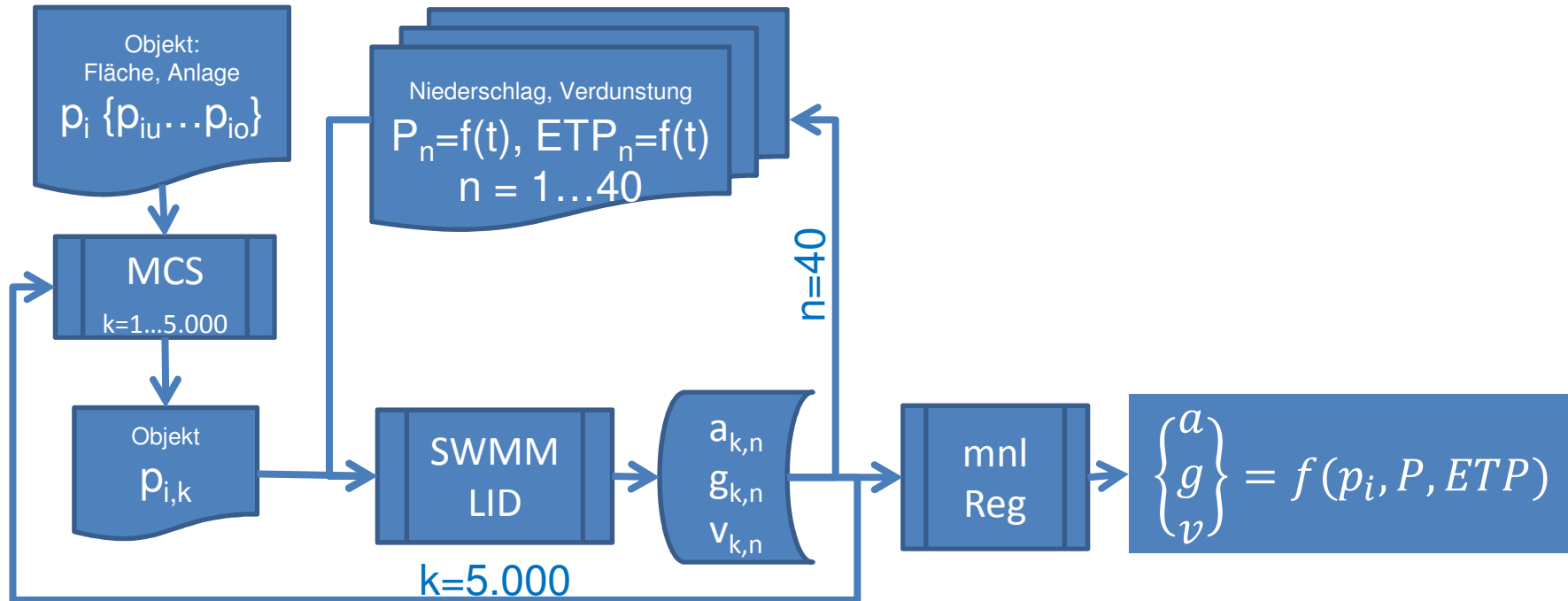
Wasserbilanzmodell



→ Softwaretool WABILA

Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell



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

Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell



Versickerungsmulde (infiltration swale)

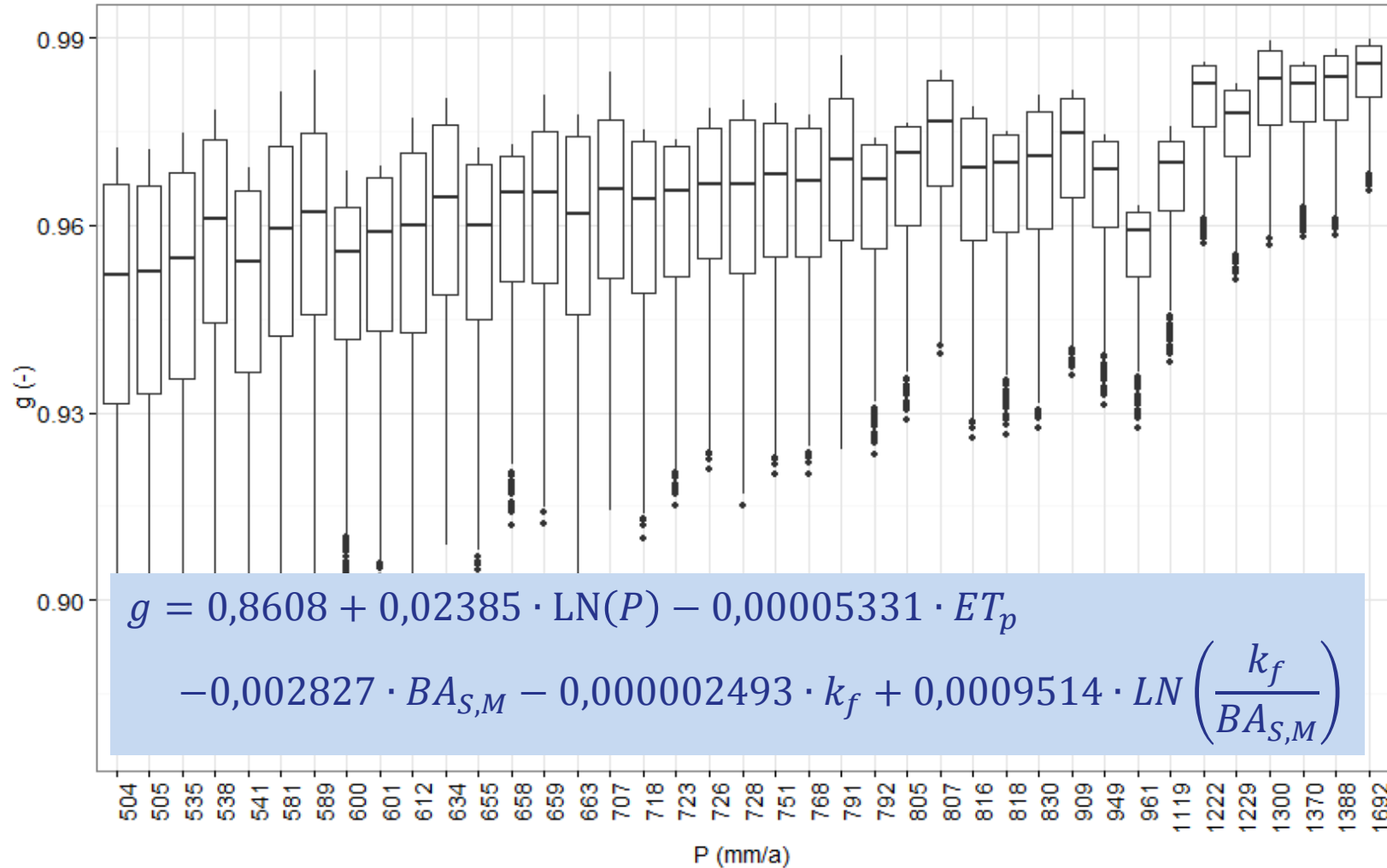
parameter p_i {min...max}			min	max	default
precipitation	P	mm/a	500	1700	
evapotranspiration	ET_p	mm/a	450	700	
area	$BA_{S,M}$	%	$27,14 \cdot k_f^{-0,303}$	$62,414 \cdot k_f^{-0,328}$	$39,223 \cdot k_f^{-0,314}$
hydraulicconductivity	k_f	mm/h	14	3600	

equations	equations {a g v} = f(pi;P;ET _p)
surface runoff	$a = 1 - g - v$
groundwater recharge	$g = 0,8608 + 0,02385 \cdot \text{LN}(P) - 0,00005331 \cdot ET_p - 0,002827 \cdot BA_{S,M}$ $-0,000002493 \cdot k_f + 0,0009514 \cdot \text{LN}\left(\frac{k_f}{BA_{S,M}}\right)$
evaporation	$v = \frac{2,611}{-64,35 + P} \cdot BA_{S,M}^{0,9425} + 0,000008562 \cdot ET_p - 0,000001211 \cdot k_f$

Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell

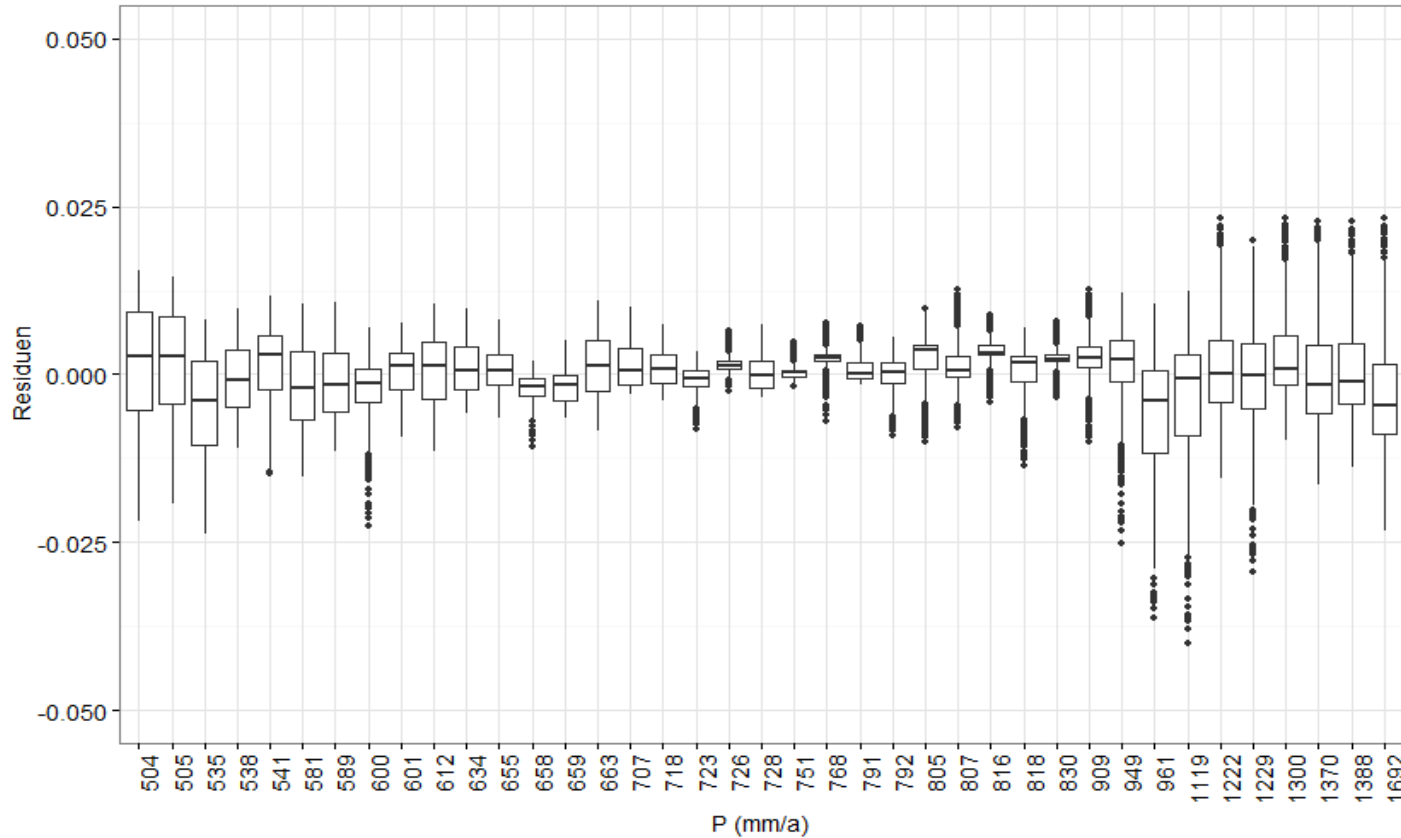
Versickerungsmulde (infiltration swale)



Urbaner Wasserhaushalt

Wasserbilanzmodell

Versickerungsmulde (infiltration swale)



$R^2 = 0,899$

Residuen	
$\pm 0,01$	92,0 %
$\pm 0,025$	99,7 %
$\pm 0,05$	100 %

Urbaner Wasserhaushalt

Aufteilungswerte



Flächen

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	$f(P, ET_p, h, kf, WSK)$	0	$1-a_F$
Straße, Weg, Platz	Asphalt, fugenloser Beton	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1-a_F$
	Pflaster mit dichten Fugen	$f(P, ET_p, Sp)$	0	$1-a_F$
	wassergebundene Decke	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$
	Kiesbelag, Schotterrasen	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$	$f(P, ET_p, h, kf, Sp)$
	teildurchlässige Beläge (Sickersteine, Verbundsteine mit Fugen)	$f(P, ET_p, Sp, FA)$	$f(P, ET_p, Sp, FA, kf)$	$f(P, ET_p, Sp, FA, kf, WSK)$
Garten Grünfläche		gemäß unbebautem Zustand		

Urbaner Wasserhaushalt

Aufteilungswerte



Anlagen/Maßnahmen Teil 1

Anlagentyp	Spezifikation	Aufteilungswerte		
		a_A	g_A	v_A
Ableitung	Rohr, Rinne	1	0	0
	Graben, Untergrund Ton/Schluff	0,8	0	0,2
	Graben, Untergrund Schluff/Feinsand	0,7	0,1	0,2
	Graben, Untergrund Sand	0,6	0,2	0,2
Böschungen und Bankette	Untergrund Ton/Schluff	0,6	0	0,4
	Untergrund Schluff/Feinsand	0,4	0,2	0,4
	Untergrund Sand	0,2	0,4	0,4
Versickerung	Versickerungsfläche	1-g-v	f (P, ET _p , kf,A)	f (P, ET _p , kf,A)
	Versickerungsmulde	1-g-v	f (P, ET _p , kf,A)	f (P, ET _p , kf,A)
	Versickerungsschacht, -rohr, -rigole	0,1	0,9	0
	Mulden-Rigolen-Element	f (P, ET _p , kf,A)	f (P, ET _p , kf,A)	f (P, ET _p , kf,A)
	Mulden-Rigolen-System ¹⁾	f (P, ET _p , kf,A, qdr)	f (P, ET _p , kf,A, qdr)	f (P, ET _p , kf,A, qdr)

1) abweichende Werte aufgrund objektspezifischer Langzeitsimulation möglich

Urbaner Wasserhaushalt



Aufteilungswerte

Anlagen/Maßnahmen Teil 2

Anlagentyp	Spezifikation	Aufteilungswerte		
		a_A	g_A	v_A
Regenwasser- nutzung	Anlagen mit ganzjähriger Entnahme ohne Einzelnachweis	0,7	0	0
	mit Einzelnachweis ¹⁾	f (SpV, Wb)	0	0
zentrale Anlagen	Regenbecken ohne Dauerstau	1	0	0
	offenes Regenbecken mit Dauerstau	0,9	0	0,1
	Retentionsbodenfilter	0,8	0	0,2

1) abweichende Werte aufgrund objektspezifischer Langzeitsimulation möglich

Urbaner Wasserhaushalt

Softwaretool WABILA



WABILA - <MS_GI>

Datei Bericht Hilfe

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

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

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

Variante: bebaut Elemente: 1 of 6

Typ	Name	Element Typ	Parameter	Größe (m²)	a (-)	g (-)	v (-)	Entnahme (-)	Zufluss (m³)	RD (m³)	GWN (m³)	ETa (m³)	Entnahme (m³)	Ziel	Fehlermeldung
Fläche	Straße	Asphalt, fugenloser Beton		800	0,754	0,000	0,246	0,000	669,6	505,1	0,0	164,5	0,0	Ableitung	
Fläche	Gehweg	Pflaster mit dichten Fugen		600	0,806	0,000	0,194	0,000	502,2	404,9	0,0	97,3	0,0	Ableitung	
Fläche	Stellplätze	Pflaster mit dichten Fugen		600	0,806	0,000	0,194	0,000	502,2	404,9	0,0	97,3	0,0	Ableitung	
Fläche	Dachflächen	Flachdach (Dachpappe, Faserzement)		4500	0,841	0,000	0,159	0,000	3766,5	3166,1	0,0	600,4	0,0	Ableitung	
Fläche	Wege, Zufahrten	Asphalt, fugenloser Beton		500	0,754	0,000	0,246	0,000	418,5	315,7	0,0	102,8	0,0	Ableitung	
Fläche	Stellplätze, Carports	Pflaster mit dichten Fugen		500	0,806	0,000	0,194	0,000	418,5	337,4	0,0	81,1	0,0	Ableitung	

*
 absolute Abweichung

Direktabfluss RD Grundwasserneubildung GWN Verdunstung ETa

Volumenfehler 0,0 % Bruttobauland (unbebaut) 2500,0 m² Aufteilungsfaktoren Summe (-) 1,000 Entnahme 0,000 Version: 1.0.0.70

Urbaner Wasserhaushalt

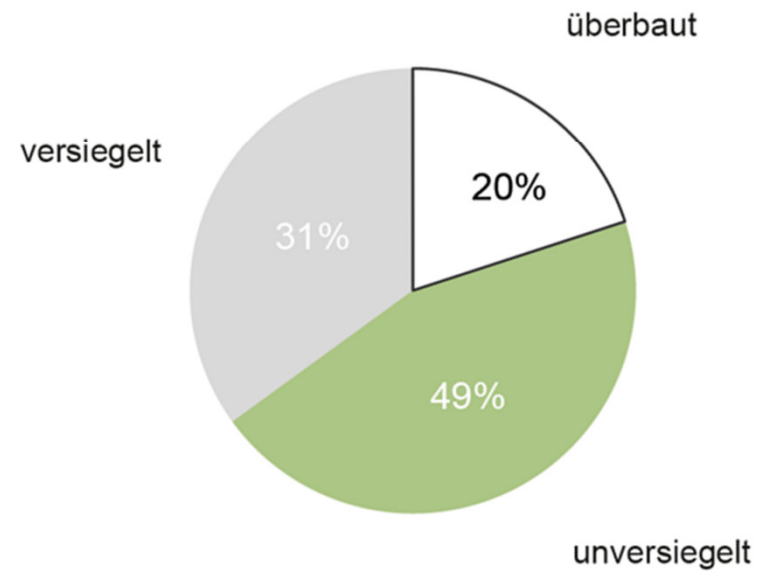
Münster, Stadtquartier Oxford



Flächennutzung



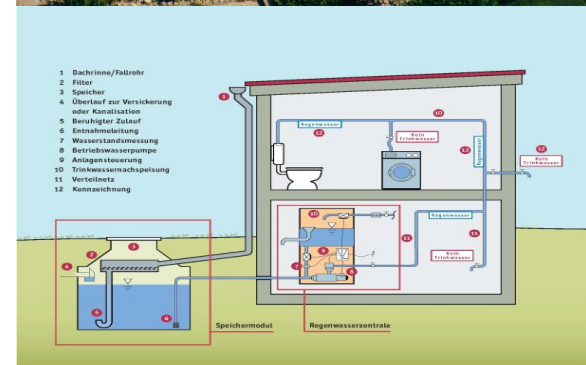
VERSIEGELUNG ENTWURF



Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford

Dachflächen - Begrünung und Regenwassernutzung



Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford



Grundstück: Sickermulden und raingardens



Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford



Verkehrsflächen



private Verkehrsflächen



öffentliche Verkehrsflächen

Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford

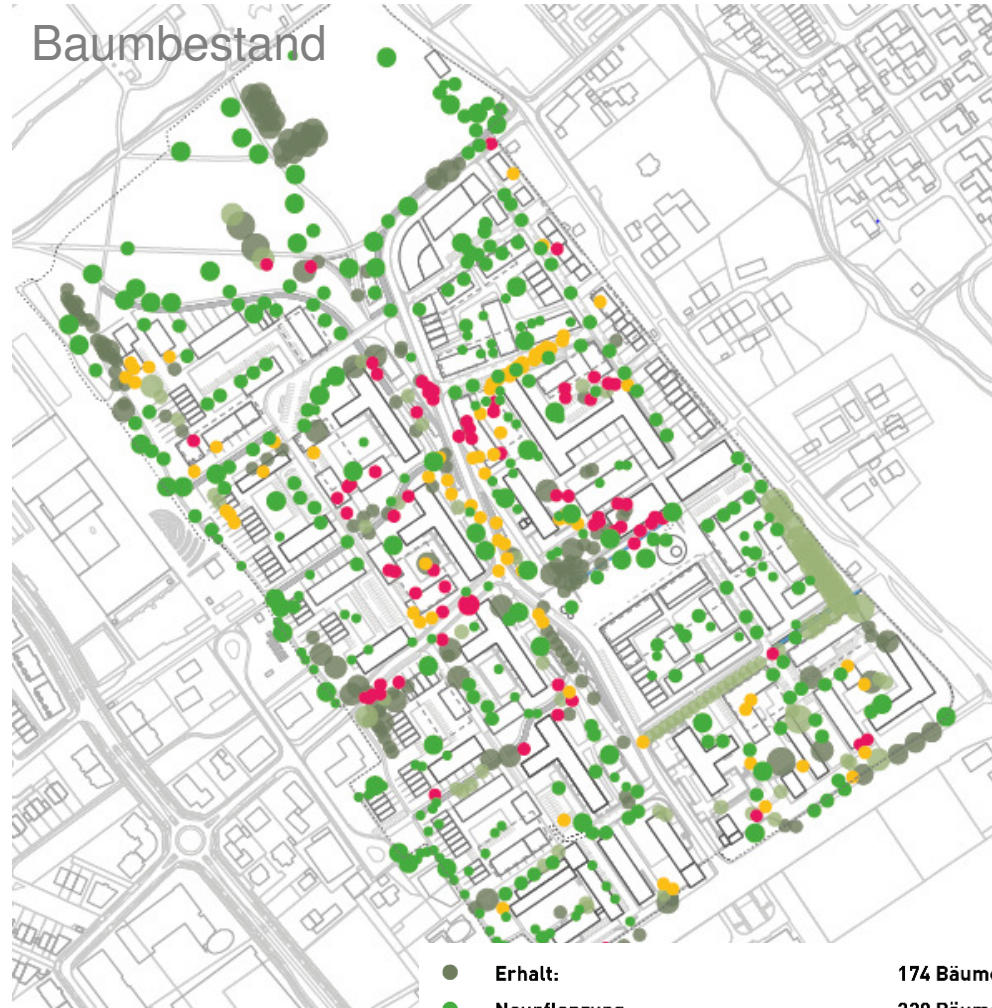


zentrales Retentions-
und Ableitungssystem



Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford



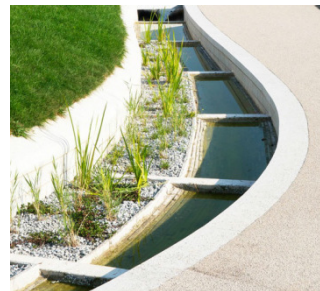
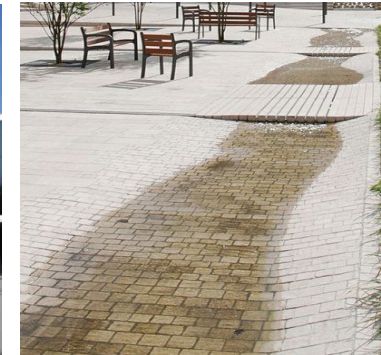
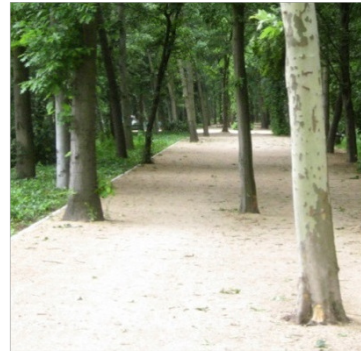
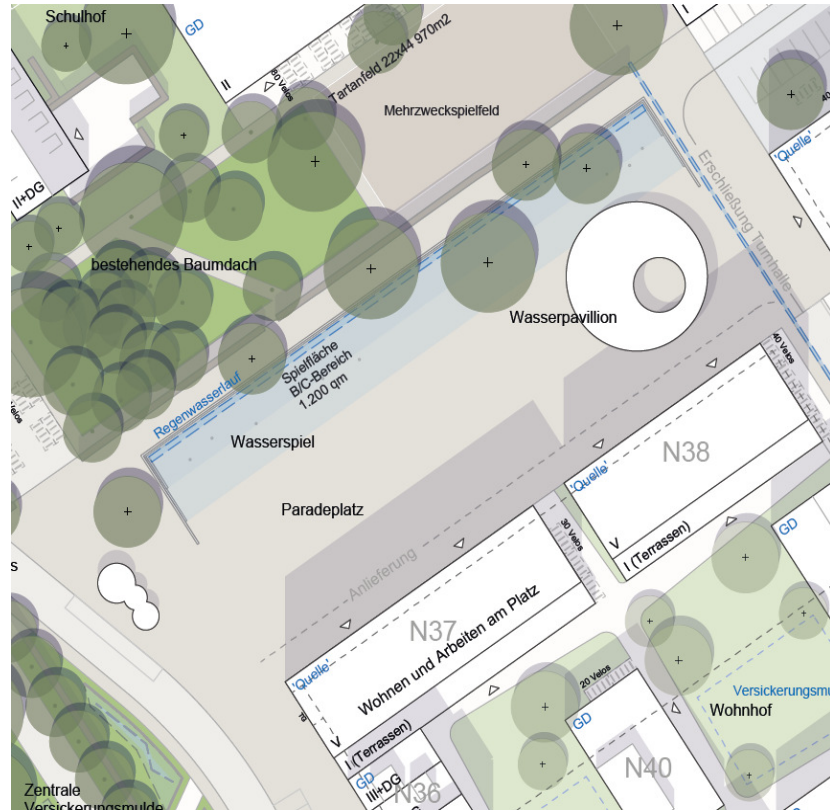
● Erhalt:	174 Bäume
● Neupflanzung:	329 Bäume
● Bedingt erhaltensfähig, Einzelfallprüfung:	80 Bäume
● Fällung erhaltenswerter Bäume:	73 Bäume
● Fällung bedingt erhaltenswerter Bäume:	81 Bäume

Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford



Paradeplatz



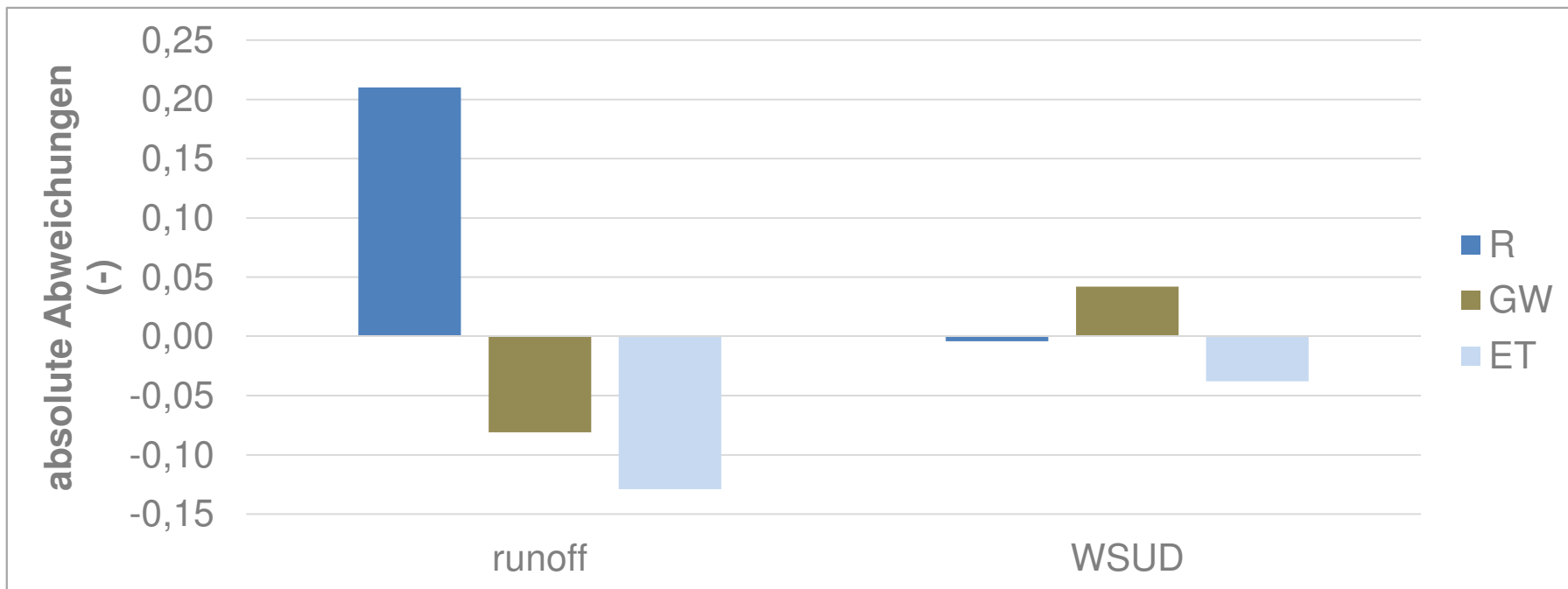
Urbaner Wasserhaushalt

Münster, Stadtquartier Oxford



Wasserbilanz

	Wasserhaushalt			Aufteilungswerte			Abweichungen		
	RD	GWN	ETa	a	g	v	a	g	v
	(mm/a)			(-)			(-)		
unbebaut	167	201	468	0,20	0,24	0,56			
konventionelle Ableitung	343	133	360	0,41	0,16	0,43	0,21	-0,08	-0,13
Regenwasserbewirtschaftung	163	236	436	0,20	0,28	0,52	0,00	0,04	-0,04





- Wasserhaushalt als Planungsgröße in DWA-A102
- einfaches Wasserbilanzmodell WABILA
- Anwendung Münster, Stadtquartier Oxford
 - Wasserbilanz des un bebauten Zustandes erreichbar mit konventionellen Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung
 - Verdunstung muss gestärkt werden
- WABILA hilfreich zur gezielten Maßnahmenwahl