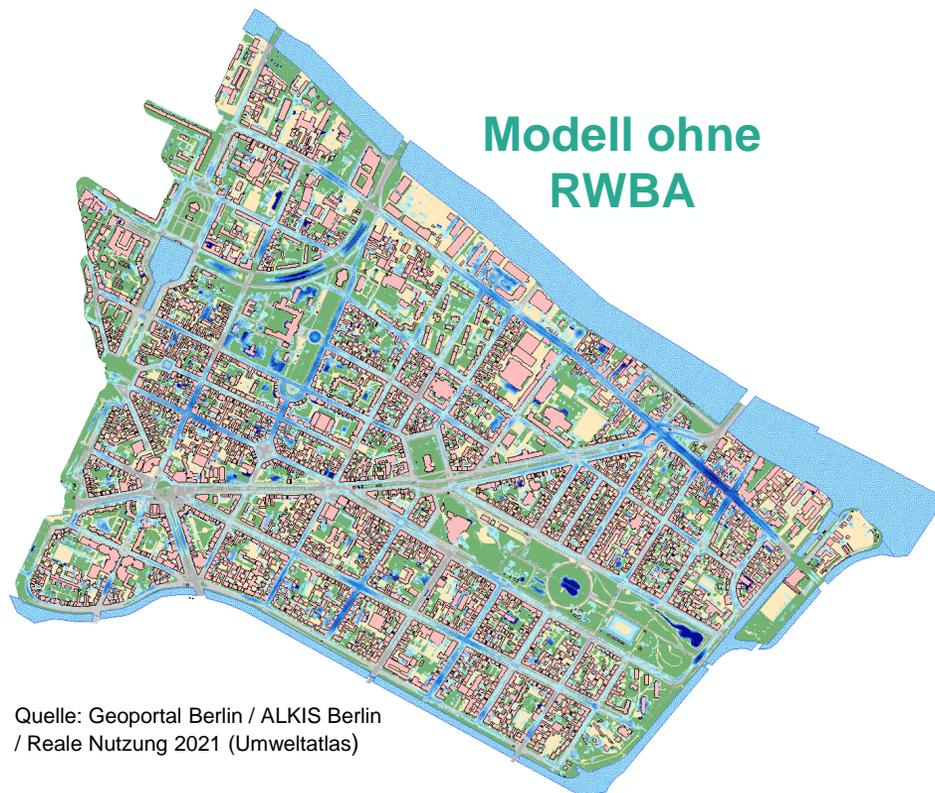


# Wirkungspotentiale dezentraler Regenwasserbewirtschaftungsanlagen zur Starkregenvorsorge

Jonas Neumann,

München, 10. Oktober 2023



Quelle: Geoportal Berlin / ALKIS Berlin  
/ Reale Nutzung 2021 (Umweltatlas)



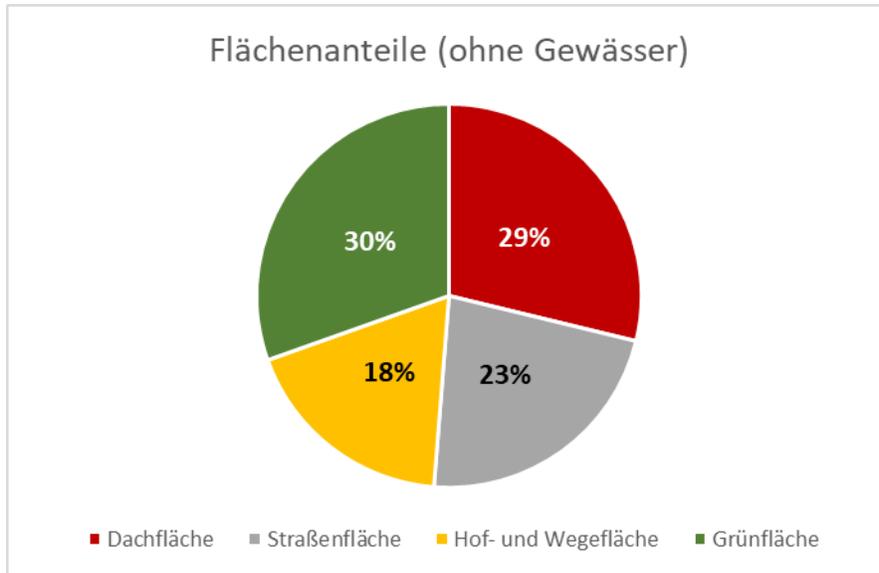
Quelle: Geoportal Berlin / ALKIS Berlin  
/ Reale Nutzung 2021 (Umweltatlas)

# Agenda

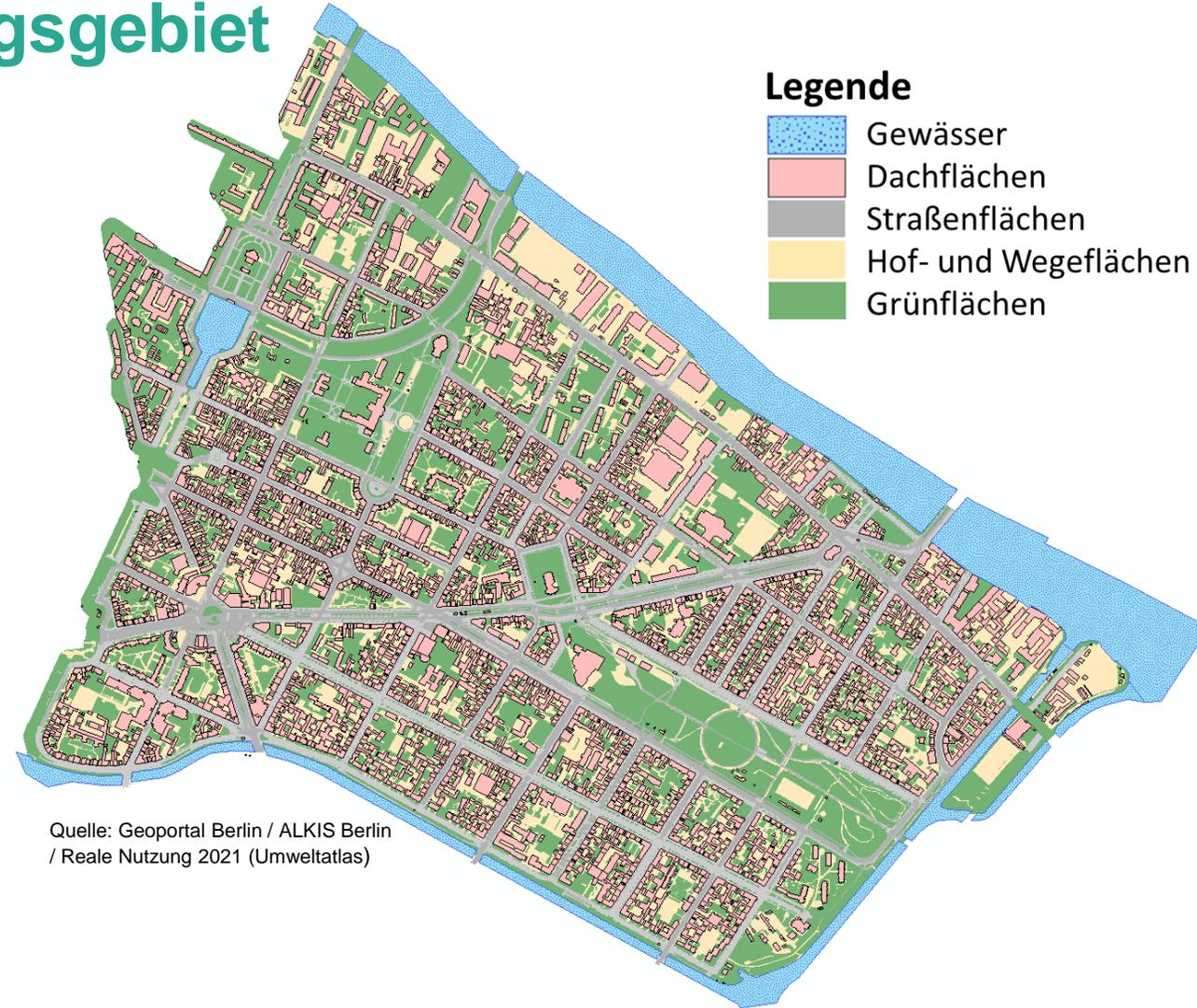
## Wirkung dezentraler RWBA zur Starkregenvorsorge

1. Untersuchungsgebiet und Modell
2. Modellparameter RWBA
3. Methodik und Auswertung
4. Ergebnisse
5. Fazit und Ausblick

## Eigenschaften des Untersuchungsgebiet



	Untersuchungsgebiet [ha]	$C_s$ -	$A_{Bem}$ [ha]
Gesamtfläche EZG	340		
Dachfläche	98	1.00	98
Straßenfläche	76	0.97	74
Hof- und Wegeflächen	62	0.85	53
Grünfläche	103	Horton Infiltration	



Untersuchungsgebiet

## Aufbau des Simulationsmodells

- Simulationssoftware: InfoWorks ICM
- 1D/2D-Modell
- RWBA als SWMM LIDs integriert

Datengrundlage  
aus Projekt:



Straßenabläufe

Hofdurchfahrten

befestigte Flächen:

Dachflächen

Hof- und Wegeflächen

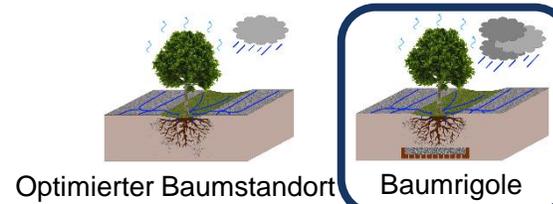
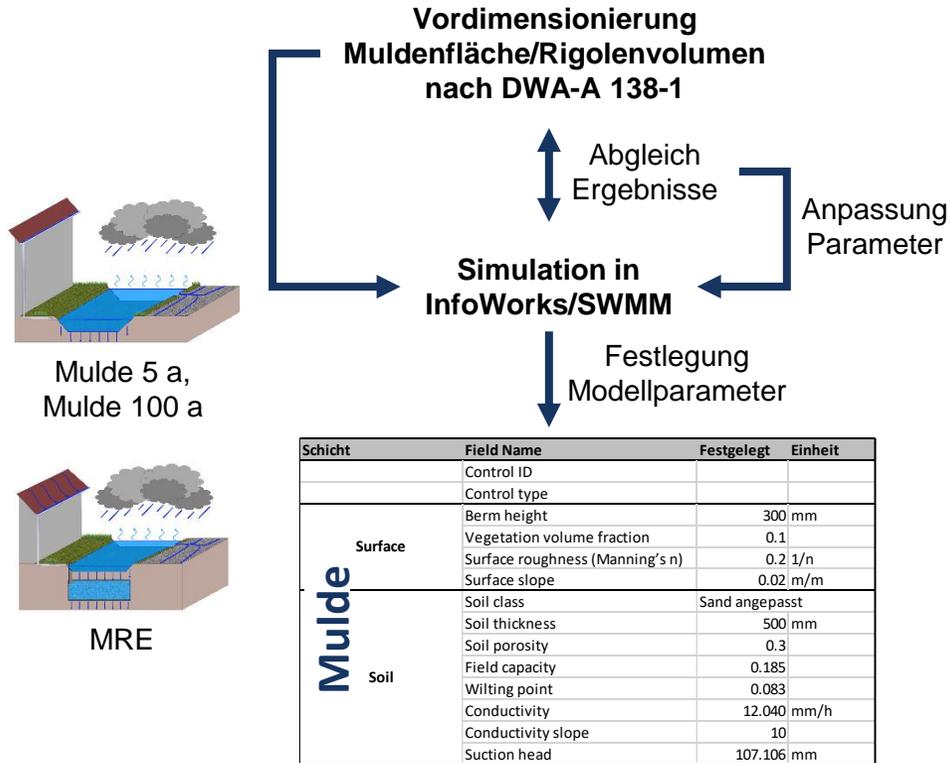
Straßenflächen

unbefestigte Fläche:  
Grünfläche



Ausschnitt aus dem Simulationsmodell

## Definition der SWMM Modellparameter

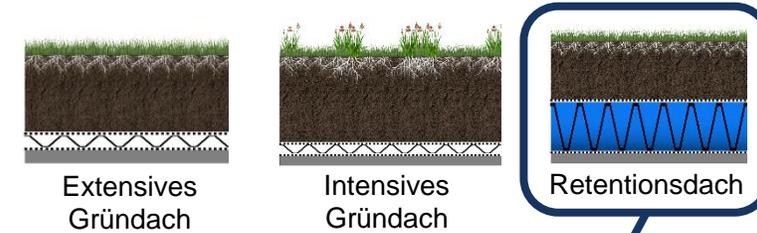


### Aufbau Baumrigole:

Schicht	Höhe [cm]	Beschreibung
Baum-scheibe	20	Einmuldung der Baumscheibe, 20 cm Einstau möglich
Baum-substrat	150	Optimiertes Baumsubstrat mit einem Porenvolumen von 25 %
Rigole	30	Rigole (Sand/Split/Kies) mit einem Porenvolumen von 30 %
Wannen-speicher	30	Wannenspeicher (Sand/Kies) mit einem Porenvolumen von 30 %

### Auswahl Aufbau und Modellparameter anhand Literaturrecherche:

- BlueGreenStreets Toolbox Teil B (BGS, 2022)
- Empfehlungen für Baumpflanzungen (FLL, 2010)



### Aufbau Retentionsdach:

Schicht	Dicke [mm]	Art / Beschreibung
Vegetation	-	Sedum-Kraut-Gras-Begrünung oder Gras-Kraut-Begrünung
Boden	150	Vegetationssubstrat für mehrschichtige intensive Begrünung
Filtervlies	10	Vlies zum Schutz vor Verschlämzung der Drainageschicht
Retention	175	Retentionsschicht
Schutzvlies	15	Vlies zum Schutz der Dachabdichtung

### Auswahl Aufbau und Modellparameter anhand Literaturrecherche:

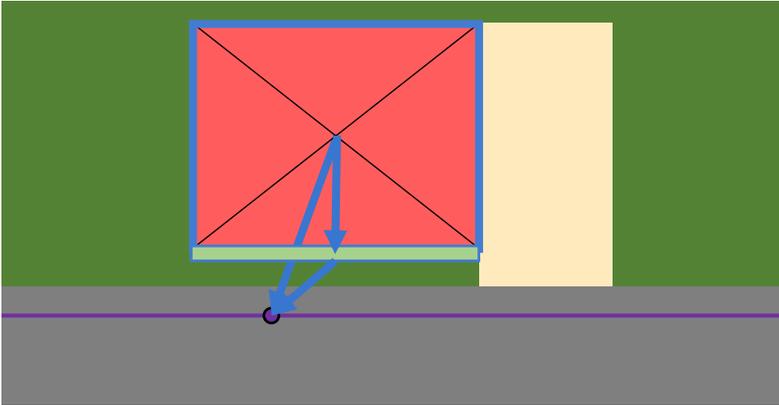
- Dachbegrünungsrichtlinie (FLL, 2018)
- Paper zu Gründach-Versuchsaufbauten, nachmodelliert in SWMM:
  - Peng & Stovin (2018)
  - Jeffers et al. (2022)
  - Iffland et al. (2021)

## Ermittlung Effekt der RWBA zur Überflutungsminderung: Grundsätzliches Vorgehen



## Wie werden die RWBA in das Modell integriert?

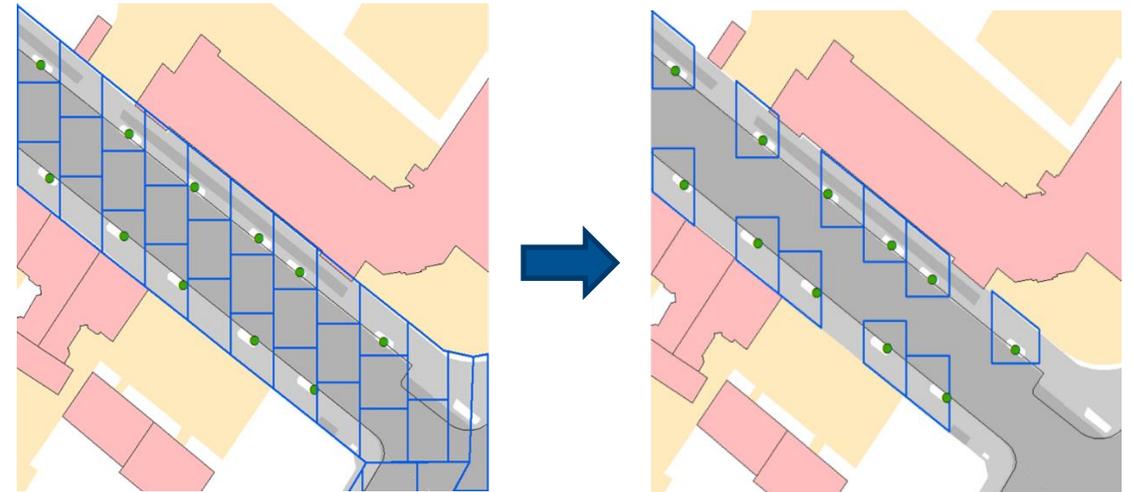
### Versickerungsanlagen, Gründächer:



- Im Modell Dachfläche direkt 1D an Schacht angeschlossen
- RWBA werden an die Dachflächen angeschlossen  
→ Dachfläche fiktiv um die RWBA vergrößert, in Abhängigkeit der Größe Dachfläche (nicht bei Gründächern!)
- Vorteil: Die RWBA muss nicht manuell in das Modell implementiert werden

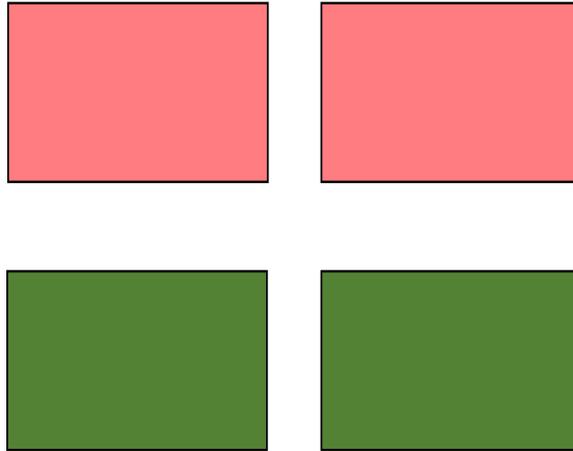
### Hydrologisch optimierte Baumstandorte, Baumrigolen:

- Festlegung (Simulation und Literatur):
  - an HOB können 50 m<sup>2</sup> Straßenfläche
  - an Baumrigole 100 m<sup>2</sup> Straßenfläche angeschlossen werden
- Anlagengröße ist nicht von der angeschlossenen Fläche abhängig, sondern fest definiert



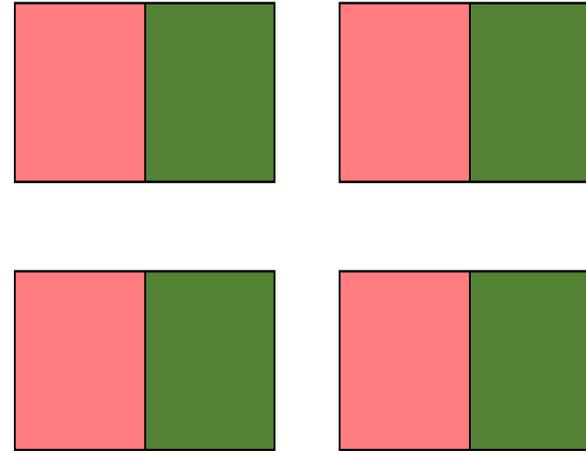
## Wie werden die RWBA räumlich angeordnet?

### Heterogene Verteilung:



→ 50 % der Dächer als Gründächer ausgeführt

### Homogene Verteilung:



→ 50 % jeder Dachfläche als Gründach ausgeführt

- Theoretischer Ansatz, für modelltechnische Umsetzung von Vorteil
- Übertragbar auf andere RWBA wie Mulden

→ Beide Ansätze werden untersucht!

## Welche Lastfälle und Szenarien werden gerechnet?

### Niederschlagslastfälle, Euler Typ II Modellregen:

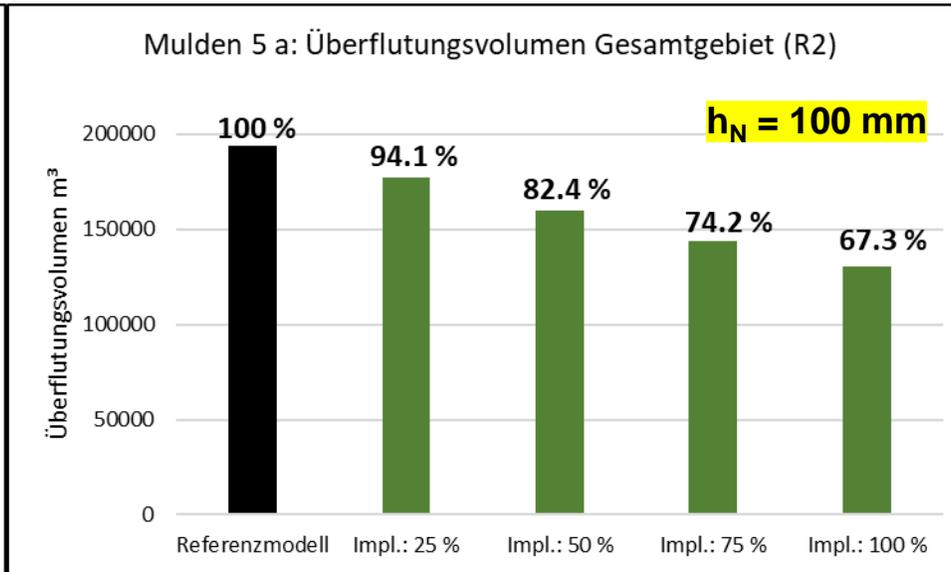
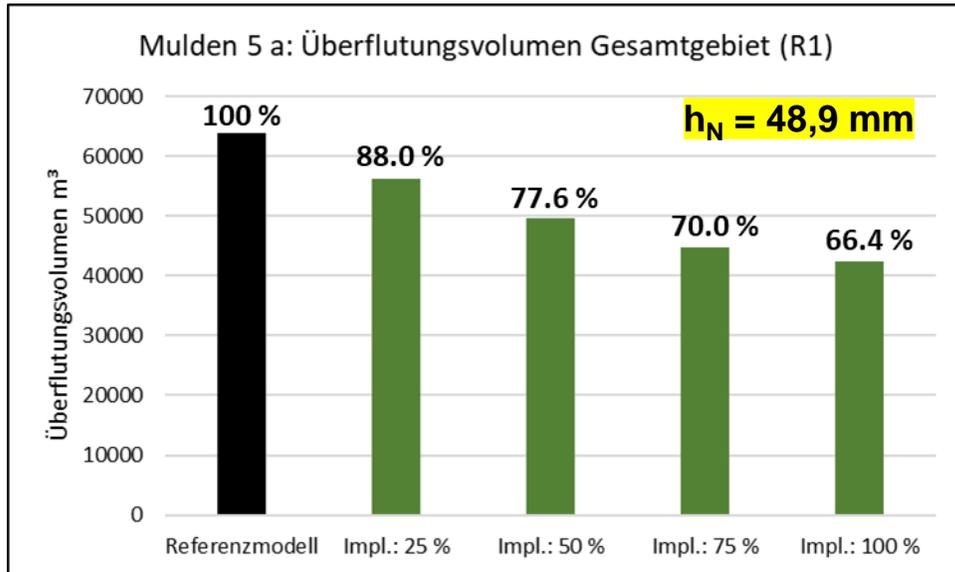
Bezeichnung	SRI	Regenhöhe	Jährlichkeit	Dauerstufe
R1	7	48,9 mm	100 a	60 min
R2	10	100 mm	-	60 min

### Szenarien Homogene Verteilung:

NS-Belastung	Implementierung	Referenzmodell	RWBA				HOB	Baumrigole	
			Mulden_5a	Mulden_100a	Gründächer (ext)	Gründächer (int)			Retentionsdächer
ETII_100a_60min		x					x	x	
R1	25%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	50%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	75%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	100%		x	x	x	x	x	x	x
ETII_100mm_60min		x					x	x	
R2	25%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	50%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	75%		x	x	x	x	x	ausstehend	ausstehend
	100%		x	x	x	x	x	x	x

## Mulden 5 a: Auswertung Überflutungsvolumen Gesamtgebiet

### Homogene Verteilung, Dachflächen an Mulden angeschlossen



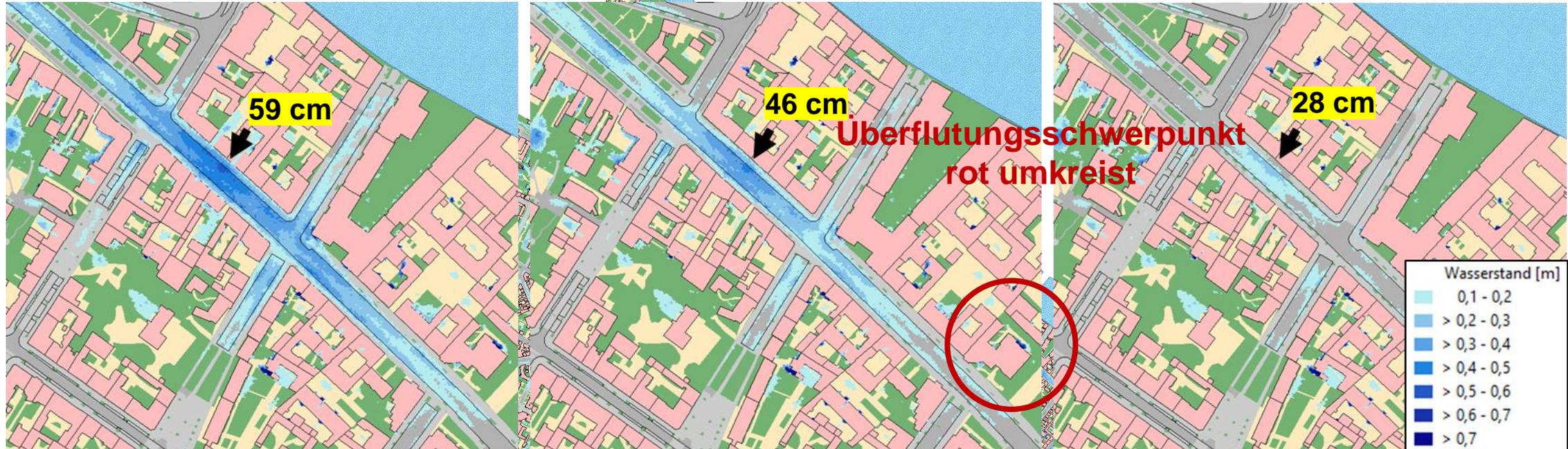
- Berechnung Überflutungsvolumen:
- Maximaler Wasserstand multipliziert Fläche Berechnungselement
  - Wasserstände > 10 cm werden berücksichtigt

- Überflutungsvolumen reduziert sich mit zunehmenden Implementierungsgrad → aber keine lineare Reduktion

- Überflutungsvolumen reduziert sich mit zunehmenden Implementierungsgrad → eher lineare Reduktion

## Mulden 5 a: Auswertung Überflutungsvolumen Überflutungsschwerpunkt

Homogene Verteilung, Dachflächen an Mulden angeschlossen



Referenzmodell ohne RWBA

Mulden 5 a: Implementierungsgrad: 50 %

Mulden 5 a: Implementierungsgrad: 100 %

- Maximale Wasserstände in Folge Niederschlagsbelastung R1 ( $h_N = 48,9$  mm,  $T = 100$  a,  $D = 60$  min)
- Deutlicher Rückgang der maximalen Wasserstände erkennbar
- Rückgang im tiefsten Punkt (markiert durch schwarzer Pfeil): Von 59 cm auf 46 cm und 28 cm (Rückgang um 13 bzw. 31 cm)

## R1: Homogene Verteilung, Gesamtgebiet

Modell	Überflutungsvolumen	Reduktion	Überstauvolumen	Reduktion	Überlauf Mulde bzw. Drainageabfluss Gründach
$h_N = 48,9 \text{ mm}$	[m³]	[%]	[m³]	[%]	[m³]
Referenzmodell	63.958	-	13.859	-	-
Mulden (5 a), 100%	42.451	33,6	64	99,5	1.646
Mulden (100 a), 100%	42.398	33,7	54	99,6	76
Gründächer (ext), 100%	43.649	31,8	657	95,3	14.945
Gründächer (int), 100%	42.394	33,7	52	99,6	0
Retentionsdächer, 100%	42.394	33,7	52	99,6	0
HOB, ohne RWBA	64.336	-	16.924	-	-
HOB, 100%	61.404	4,6	14.656	13,4	2.958
Baumrigole, ohne RWBA	64.568	-	20.255	-	-
Baumrigole, 100%	58.191	9,9	14.974	26,1	4.723

- Reduktion des Überflutungsvolumen zwischen RWBA sehr ähnlich  
→ entspricht Abkopplung der Dachflächen (98 ha)
- Ausnahme extensives Gründach, spiegelt sich im Drainageabfluss wieder
- Deutlich geringerer Effekt der HOB und Baumrigolen  
→ 76 ha Straßenfläche, davon
  - 16,3 ha an HOB
  - 32,7 ha an Baumrigolen

## R2: Homogene Verteilung, Gesamtgebiet

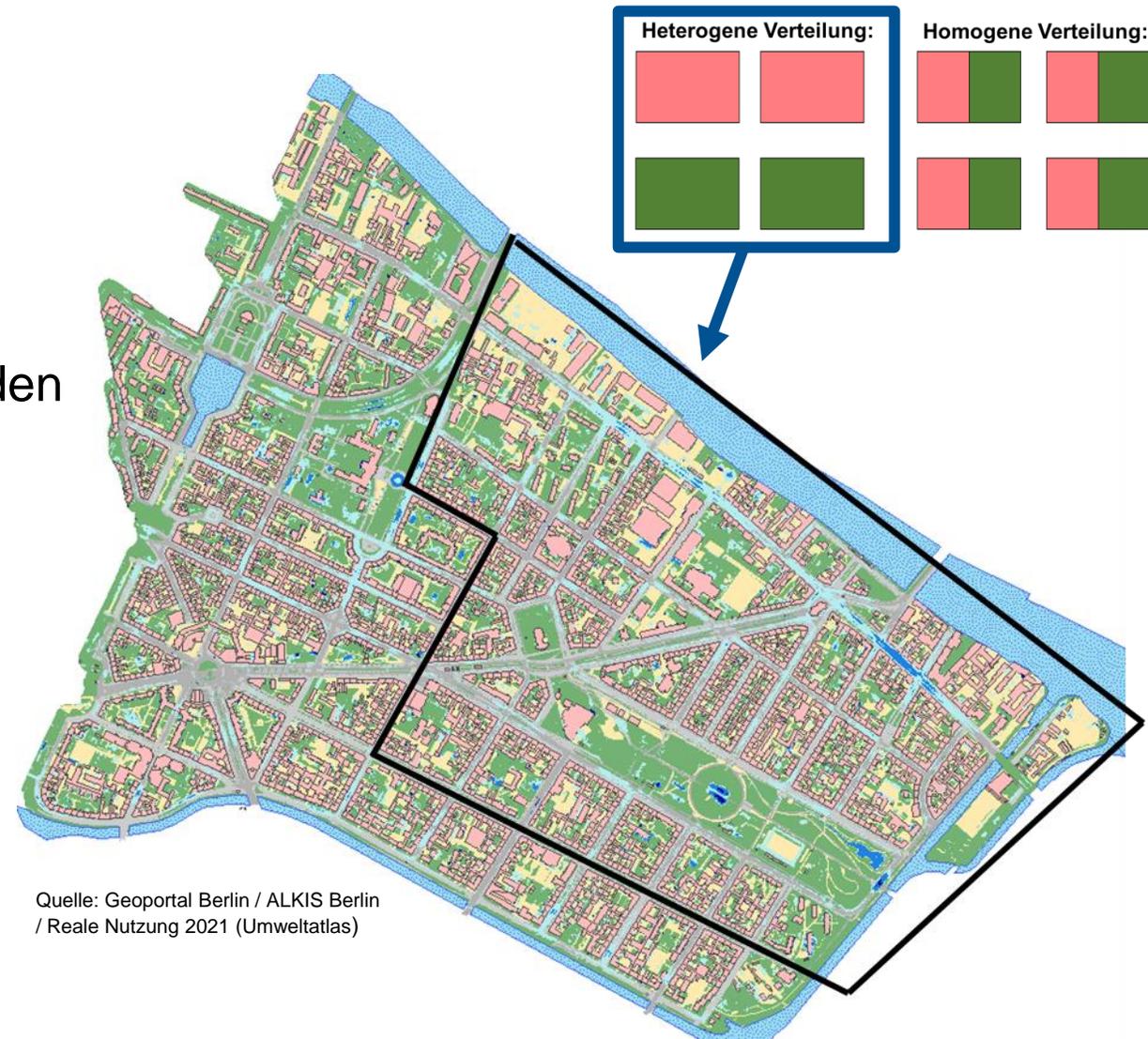
Modell	Überflutungs- volumen	Reduktion	Überstau- volumen	Reduktion	Überlauf Mulde bzw. Dränageabfluss Gründach
<b><math>h_N = 100 \text{ mm}</math></b>	[m <sup>3</sup> ]	[%]	[m <sup>3</sup> ]	[%]	[m <sup>3</sup> ]
Referenzmodell	193.818	-	50.300	-	-
Mulden (5 a), 100%	130.383	32,7	3.937	92,2	8.620
Mulden (100 a), 100%	129.100	33,4	2.977	94,1	1.983
Gründächer (ext), 100%	167.053	13,8	32.266	35,9	64.396
Gründächer (int), 100%	128.912	33,5	2.948	94,1	4.200
Retentionsdächer, 100%	128.779	33,6	2.743	94,5	0
HOB, ohne RWBA	194.985	-	59.805	-	-
HOB, 100%	191.987	1,5	57.279	4,2	11.233
Baumrigole, ohne RWBA	195.553	-	69.747	-	-
Baumrigole, 100%	189.733	3,0	64.102	8,1	21.381

- Geringer Unterschied zwischen den auf T = 5 a und 100 a bemessenen Mulden
- Leistung Gründach bricht ein
- Retentionsdach kann auch die 100 mm komplett zurückhalten
- Effekt der HOB und Baumrigolen geht stark zurück

## Heterogene Verteilung

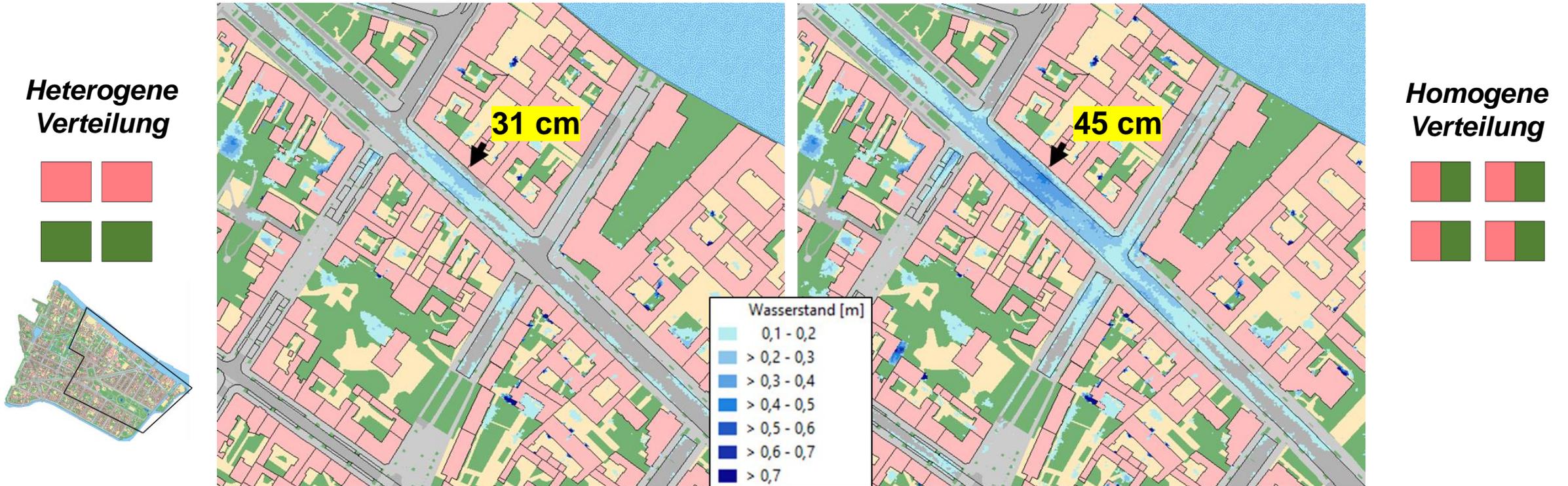
### Schwarzes Polygon:

- ca. 50 % der Dachflächen befinden sich im schwarzen Polygon
- Alle Dachflächen im schwarzen Polygon werden zu 100 % als Retentionsdach ausgeführt



Quelle: Geoportal Berlin / ALKIS Berlin  
/ Reale Nutzung 2021 (Umweltatlas)

## Effekt Heterogene Verteilung: Retentionsdächer, R1



- Retentionsdächer, Implementierungsgrad 50 %, maximale Wasserstände in Folge R1
- Anordnung der RWBA hat einen großen Einfluss auf das Überflutungsgeschehen
- Maximaler Wasserstand im tiefsten Punkt (schwarzer Pfeil): 31 cm und 45 cm

## Homogene Verteilung

- Bei geringerer Niederschlagsbelastung (R1) haben kleinere Implementierungsgrade bereits einen großen Effekt zur Überflutungsreduzierung
- Bei größerer Niederschlagsbelastung (R2) eher linearer Rückgang des Überflutungsvolumen

### Mulden 5 a und 100 a:

- Fast gleicher Effekt zur Überflutungsreduzierung
- **Bemessung auf T = 100 a nötig?**

### Gründächer:

- Lediglich extensives Gründach kann das intensiveres Ereignis nicht zurückhalten (R2)

### HOB und Baumrigole

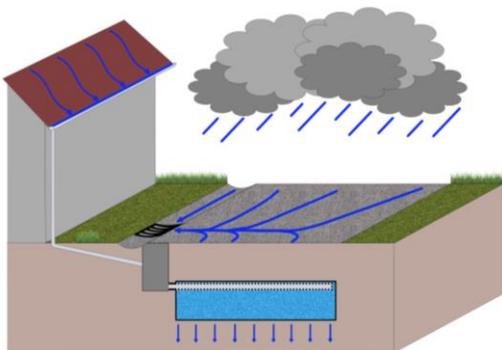
- Geringerer Effekt, aber auch deutlich weniger Fläche angeschlossen

## Heterogene Verteilung

- Räumliche Verteilung RWBA: Großer Einfluss, möglichst um Überflutungsschwerpunkt anordnen (gilt für dieses flache EZG)

- **Modellierung in einem zweiten, topografisch bewegtem Untersuchungsgebiet**
  - Welchen Effekt hat die Topografie?
- **Kritische Auseinandersetzung mit RWBA Modellparametern**
  - Die auf 5 a bemessenen Mulden können das 100 jährlich Ereignis zurückhalten?
- **Betrachtung weiterer Anlagen:**

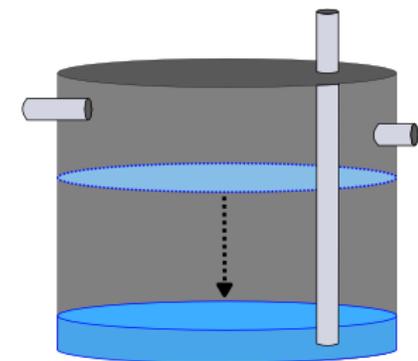
Rigole



Mulden-Rigolen-Element



„smarte“  
Retentionszisterne



# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

## Fragen / Diskussion?



### Literatur:

- BlueGreenStreets (Hrsg.) (2022): BlueGreenStreets Toolbox – Teil B. Multifunktionale Straßenraumgestaltung urbaner Quartiere, März 2022, Hamburg. Erstellt im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft“ (RES:Z).
- DWA (2020): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb. Gelbdruck Arbeitsblatt DWA-A 138-1. November 2020. Hennef, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, DWA-Regelwerk.
- FLL (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen, Teil 2: Standortvorbereitung bei Neupflanzung, Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterungen, Bauweisen und Substrate, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).
- FLL (2018): Dachbegrünungsrichtlinien – Richtlinien für die Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).
- Iffland, R., Förster, K., Westerholt, D., Pesci, M. H., & Lösken, G. (2021). Robust vegetation parameterization for green roofs in the EPA stormwater management model (SWMM). *Hydrology*, 8(1), 12.
- Jeffers, S., Garner, B., Hidalgo, D., Daoularis, D., & Warmerdam, O. (2022). Insights into green roof modeling using SWMM LID controls for detention-based designs. *Journal of Water Management Modeling*.
- Peng, Z., & Stovin, V. (2017). Independent validation of the SWMM green roof module. *Journal of Hydrologic Engineering*, 22(9), 04017037.