

Wassersensible Stadtgestaltung

Innovative Klimawandelanpassung mit
Regen- und Grauwassermanagement im
Forschungsprojekt Resource:Mannheim



Prof. Dr.-Ing. Jochen Hack
Professur für klimaresiliente
Siedlungswasserwirtschaft

Zu viel Wasser



Starkregen /
Überflutungen

Lösungen?



Lebensqualität /
Habitatqualität

Zu wenig Wasser (zu heiß)



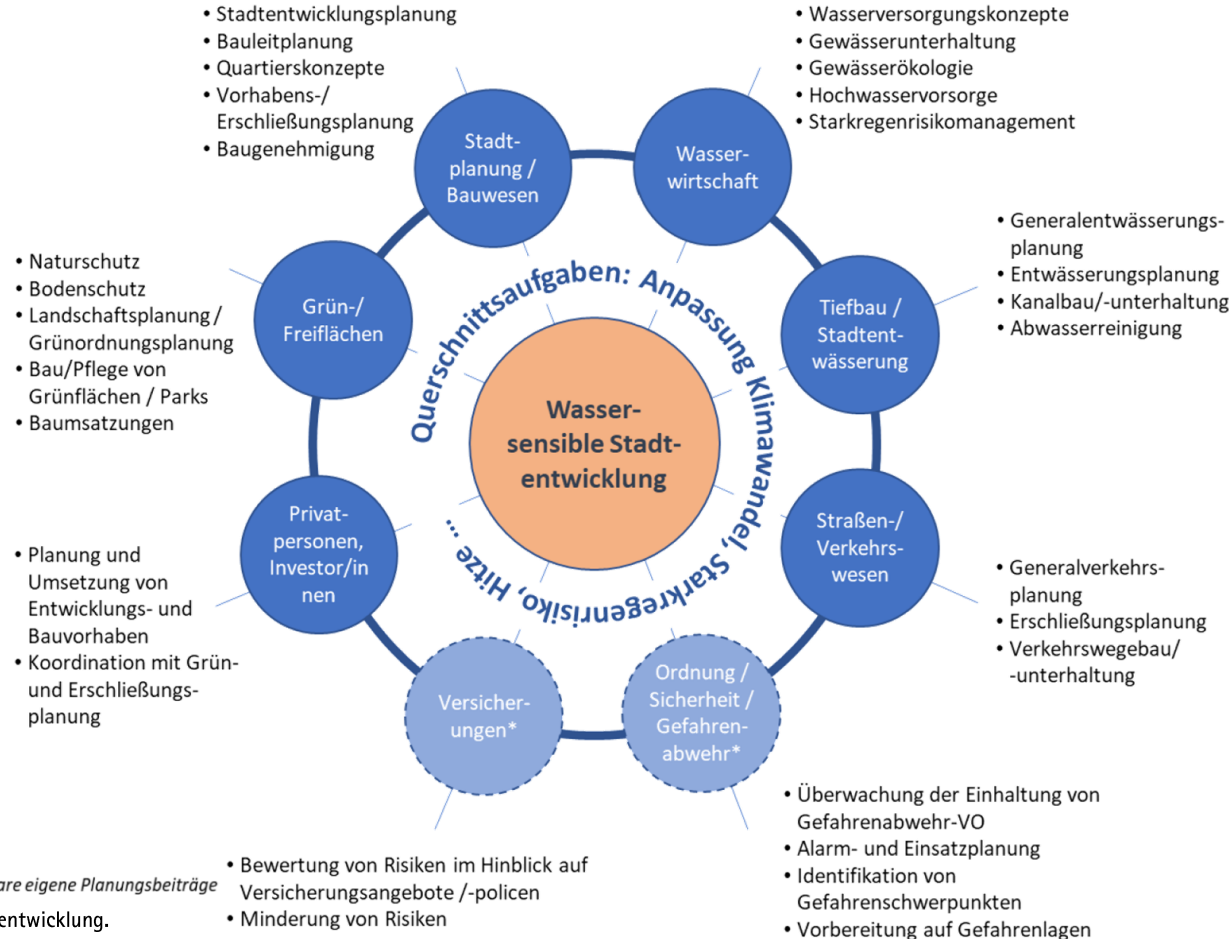
Trockenheit /
Hitze

Bildquellen: www.haz.de/lokales/hannover/was-tun-gegen-starkregen-hannover-koennte-zur-schwammstadt-werden, www.studentenwohnung-augsburg.com, www.freeimages.com/photo/city-bird-2-1213300, www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/hannover_weser-leinegebiet/Hitzewarnung-fuer-den-Norden-Dienstag-wird-es-schuel-und-heiss,hitzewarnung104.html

Eine wassersensible Stadt...

- ...verfügt über einen weitestgehend naturnahen Wasserkreislauf (geprägt durch Versickerung, Speicherung und Verdunstung von Regenwasser) und trägt so zu einem gesunden Stadtklima,
- ...stellt eine nachhaltige Stadtentwässerung sicher und reduziert Überflutungsrisiken,
- ...ist bestmöglich auf Trockenheit und extremen Niederschlagsereignissen vorbereitet,
- ...schützt Oberflächengewässer und Grundwasser (Erhalt von Ökosystemleistungen),
- ...schont ihre Wasserressourcen (verantwortungsbewusster / sparsamer Umgang mit Wasser) und
- ...verwendet, wo es sinnvoll und möglich ist, in der Stadt Regen- und Betriebswasser anstelle von Trinkwasser.

Quelle: LAWA. 2021. Auf dem Weg zur wasser-sensiblen Stadtentwicklung.



* Von wassersensiblen Planungen betroffene Akteure ohne unmittelbare eigene Planungsbeiträge

Quelle: LAWA. 2021. Auf dem Weg zur wassersensiblen Stadtentwicklung.

Resource:Mannheim

- 74 Wohneinheiten (Baubeginn 2023), 40% sozial gefördert
- Integriertes Regen- & Grauwassermanagement
- 100% des Regen-/Grauwassers wird lokal aufbereitet, gespeichert und wiederverwendet:
 - Als Servicewasser in den Wohnungen:
WC / Waschmaschine
 - Zur Freiraumgestaltung:
offene Wasserflächen als Gestaltungselement
 - Zur Bewässerung der Grünanlagen,
inkl. altem Baumbestand



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

GBG
Raum für Zukunft

tectareal
solutions



GRÄF ARCHITEKTEN

Landschaftsarchitekten | bdla

k1

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

KOCKS
INGENIEURE

- Grauwasser aus Wohnungen wird gesammelt, und in Technikraum geführt.
- Ultrafiltrationsanlage reinigt das Grauwasser und gewinnt dadurch Servicewasser. Platzbedarf ca. 80 m².
- Überschuss des Servicewasser fließt in Teichanlage im Außenbereich.

Wasser in Außenanlage bei reinem Servicewasserbetrieb



Quelle: Gehrmann, 2023

- Grauwasser aus Wohnungen wird gesammelt, und in Technikraum geführt.
- Ultrafiltrationsanlage reinigt das Grauwasser und gewinnt dadurch Servicewasser. Platzbedarf ca. 80 m².
- Überschuss des Servicewasser fließt in Teichanlage im Außenbereich.
- Servicewasser wird mit Regenwasser vermischt (wiederkehrende Niederschlagsituation).

Wasser in Außenanlage bei Regen + Servicewasserbetrieb



Quelle: Gehrmann, 2023

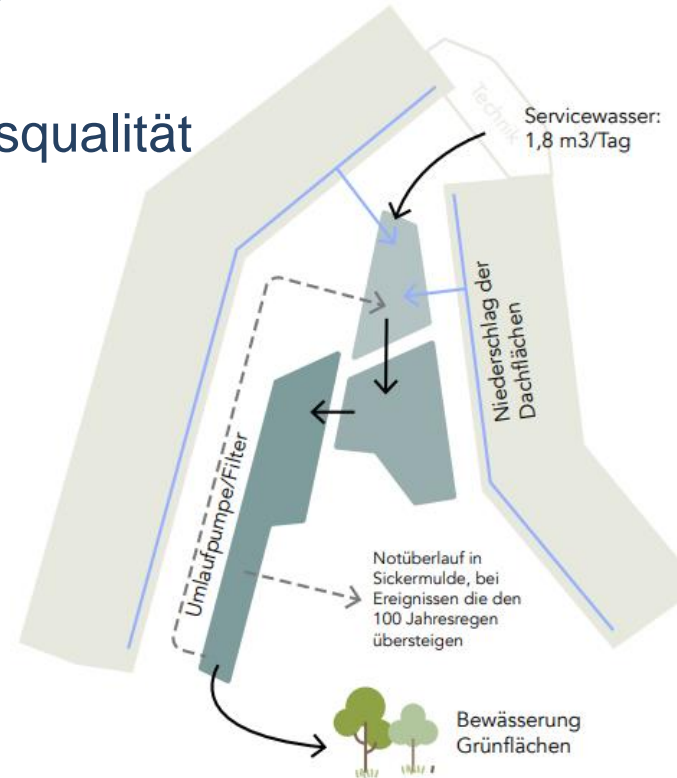
- Grauwasser aus Wohnungen wird gesammelt, und in Technikraum geführt.
- Ultrafiltrationsanlage reinigt das Grauwasser und gewinnt dadurch Servicewasser. Platzbedarf ca. 80 m².
- Überschuss des Servicewasser fließt in Teichanlage im Außenbereich.
- Servicewasser wird mit Regenwasser vermischt.
- Rückhaltung eines 100-jährlichen Regens (extremer Starkregen)



Hohe Interdisziplinarität:

- Gebäudetechnik (Abwasseraufbereitung)
- Integriertes Regenwassermanagement
- Multifunktionsfläche mit hoher Aufenthaltsqualität
- Gewässerökologie
- Bewässerung
- Klimaregulation
- Überflutungsschutz (Quartier)

Quelle: Gehrmann, 2023

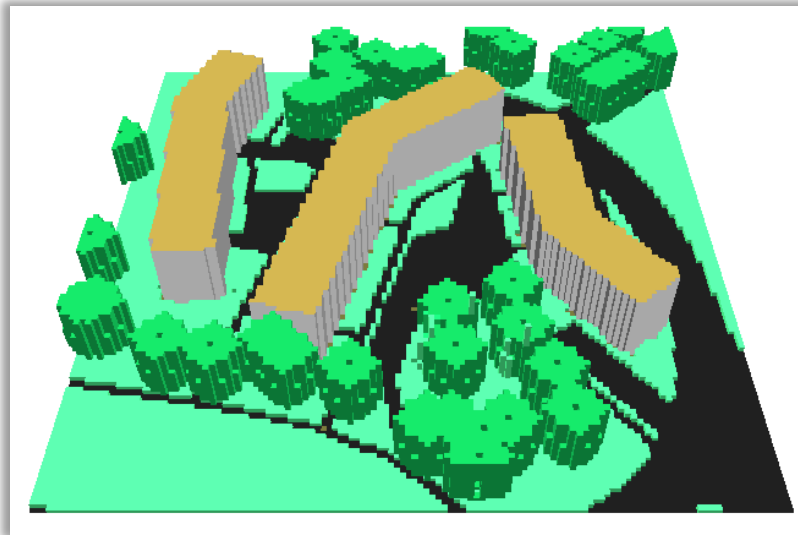


3D-Mikroklimamodellierung mit ENVI-met

Berechnung des thermischen Komfortindex
PET (Physiological Equivalent Temperature)



Thermischer
Außenkomfort



ENVI-met 3D-Darstellung Nullvariante
(konventionelle Planung)



ENVI-met 3D-Darstellung Planung mit
Blau-Grüner Infrastruktur

ENVI-Met Software ermöglicht mikroklimatische Modellierung unter Berücksichtigung vielfältiger Einflussfaktoren, u.a. der Fluid- und Thermodynamik, Pflanzenphysiologie und Bodenkunde.



	Wert
X Y Z Auflösung	1 m x 1 m x 1 m
Z Auflösung über 5 m	5 m (unterste Gitterzelle geteilt in 5 Unterzellen mit je 1 m)
Anzahl der Zellen X Y Z	126 x 124 x 15
Höhe des 3D Modells	75 m
Höchstes Gebäude	17 m

	Nullvariante	Planung
Stauden	n.v.	Funkie Hosta
Rasen, städtische Grünflächen, Schotterrasen	Gras 5cm	Gras 5cm
Erwachsene Bäume	Spherical, medium trunk, dense, medium (15m)	Spherical, medium trunk, dense, medium (15m)
Jungbäume	Spherical, medium trunk, dense, small (5m)	Spherical, medium trunk, dense, small (5m)
Sträucher	Strauch mit Laub 2m	Strauch mit Laub 2m

Modellparameter - Material

	Material Nullvariante	Material Planung
Gebäude	Standardbeton	Gute Isolierung (Stahlbeton, Gute Isolierung, Putz)
Dachflächen	Dachziegel	Photovoltaik
Oberflächen		
Sand	n.v.	Sand
Betonsteinpflaster, Gehwege, Beckenrand	Asphalt Road	Concrete Pavement light
Asphalt	Asphalt Road	Asphalt Road
Holzdeck	n.v.	Wood Planks
Wasser	n.v.	Deep Water

Modellparameter - Meteorologische Bedingungen

	Wert
Tag	Heißer, wolkenloser Tag
Wind	2 m/s aus Südsüdost
Sonnenposition am	22. Juli
Höchste Temperatur	31 °C um 17 Uhr
Niedrigste Temperatur	17 °C um 5 Uhr
Höchste rel. Luftfeuchtigkeit	75 % um 5 Uhr
Niedrigste rel. Luftfeuchtigkeit	45 % um 17 Uhr
Modellierungszeit	10-18 Uhr
Betrachtungszeit	13 Uhr

Quellen:
 Stadtklimaanalyse
 Mannheim 2020
 Wind: (S. 67, Abb. 41)
 Temperatur: (S. 72,
 Abb. 49)

PET Person:
 Standard Weiblich,
 Sommerkleidung,
 35 Jahre,
 bevorzugt.
 Geschwindigkeit:
 1,34 m/s




Legende


 UG_Innenhof

Modellierung Planung Starkregen

Bäume und Straeucher_Planung


 Baum

 Strauch

 Gebäude mit PV Planung

Vegetation Planung

 Rasen

 Schotterrasen

 Städtische Grünflächen

 Stauden

Oberflächen Planung Starkregen


 Asphalt

 Betonsteinpflaster

 Gehwege

 Holzdeck

 Sand

 Beckenrand

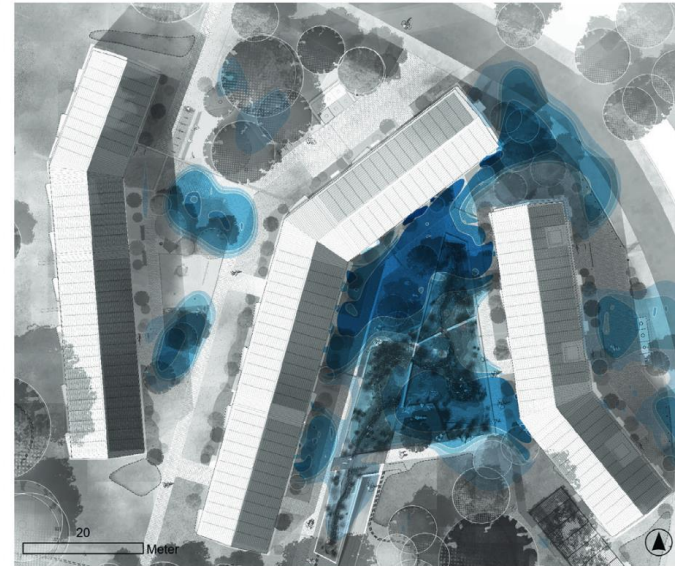
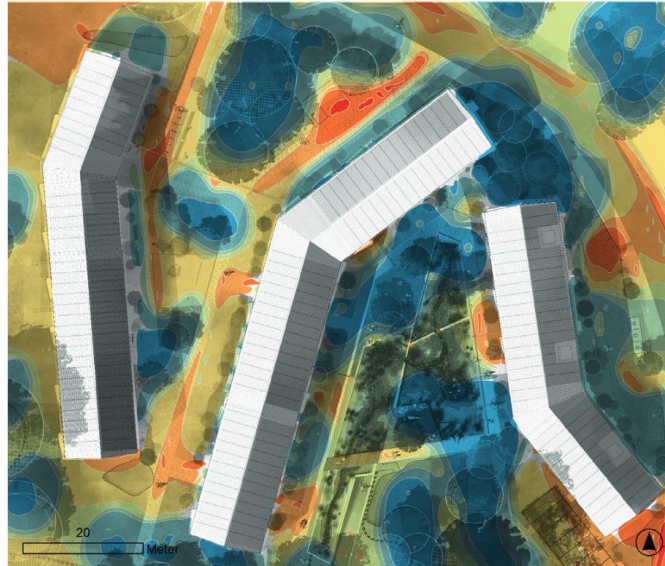
 Wasser

0 20 40 m



Mikroklimamodellierung zur Untersuchung der Kühlwirkung

Vergleich Nullvariante (Pflasterung statt Wasserbecken, keine Grünpflanzungen) - Planung – Modellierte gefühlte Temperatur (PET), 13 Uhr

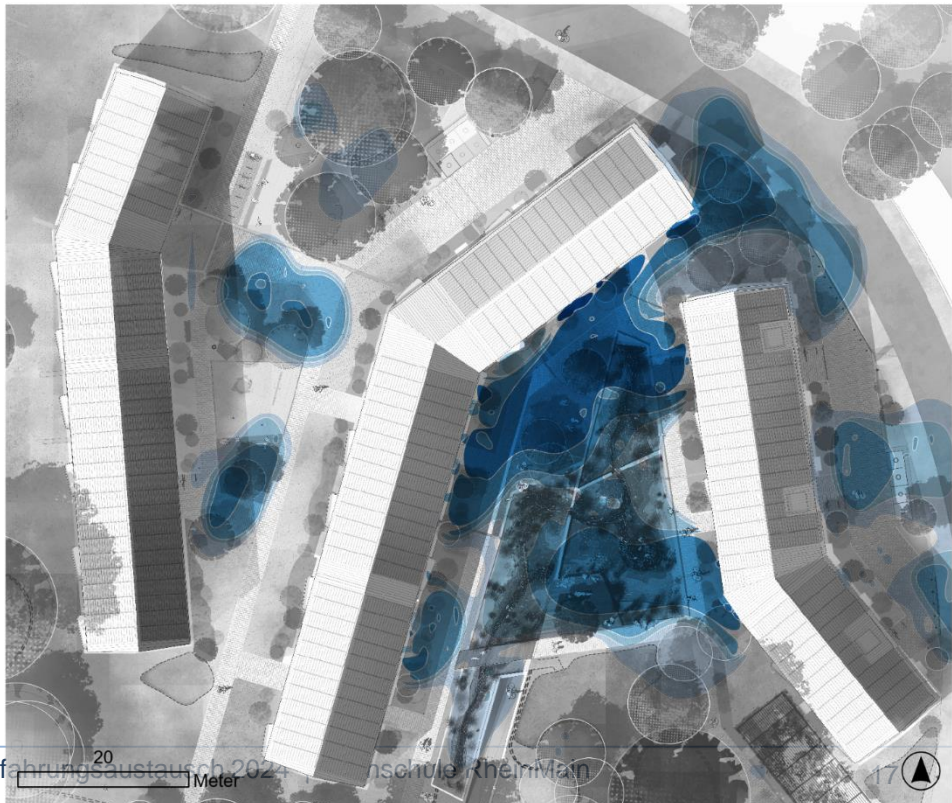
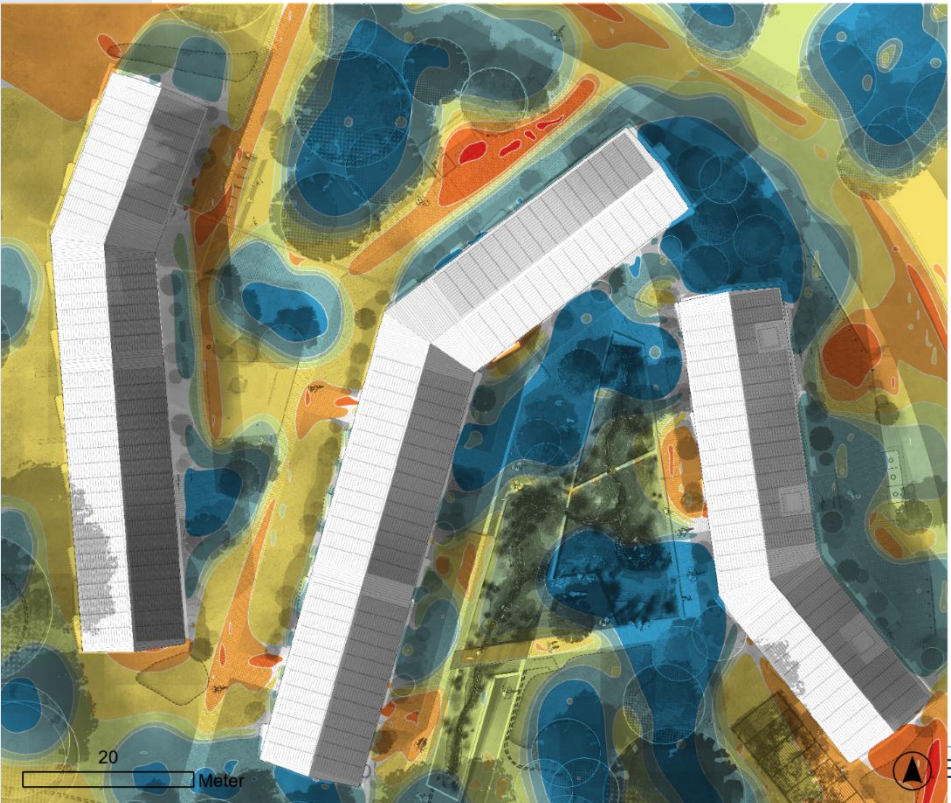
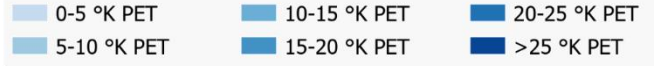
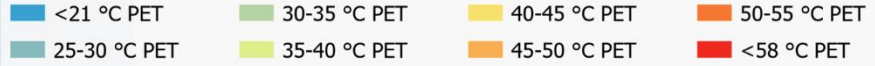


Links: Modellierter Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Planungszustand.

Rechts: PET-Differenz zwischen Nullvariante und Planungszustand (rechts) → Deutliche Hitzereduktion (blau)

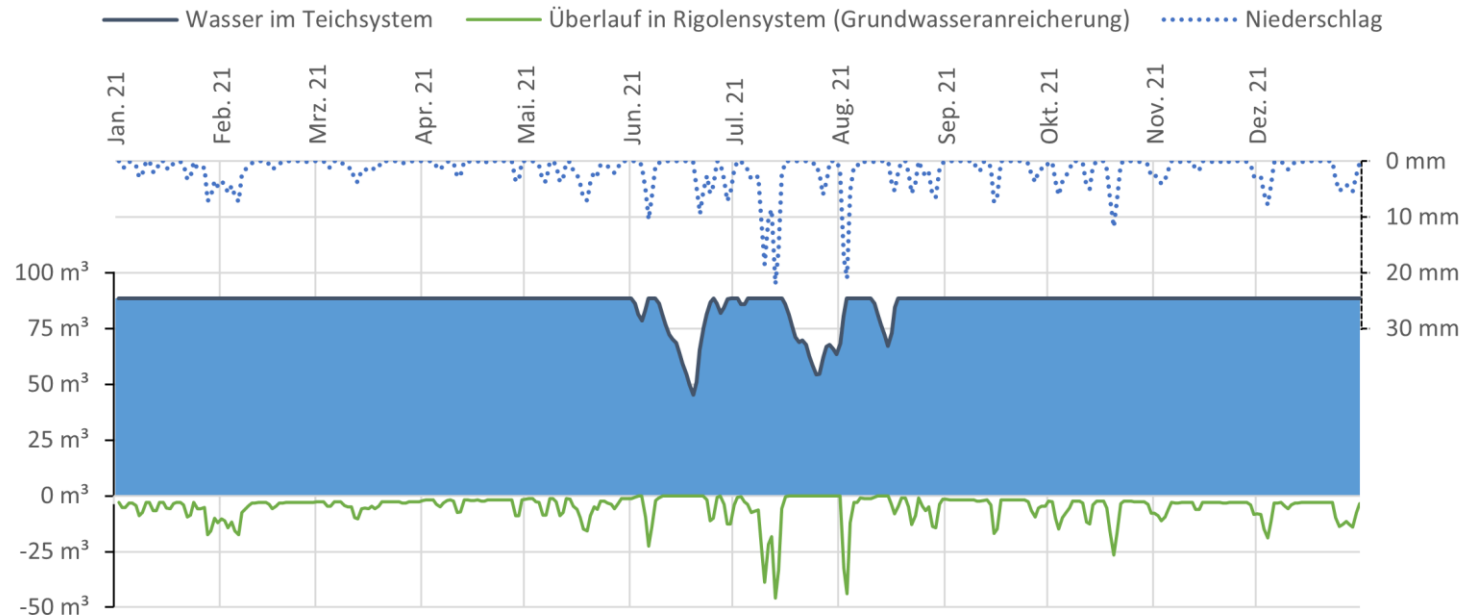
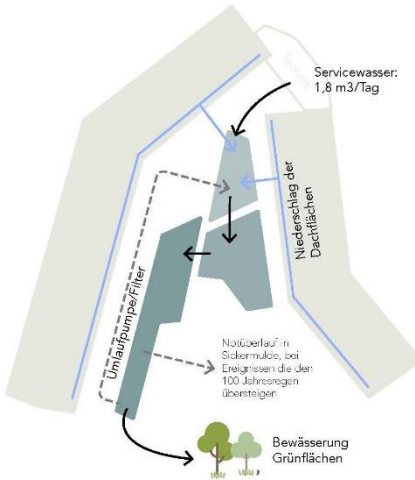
Quelle: Hack et al., 2024

Mikroklimamodellierung zur Untersuchung der Kühlwirkung



Wasserbilanz im Teichsystem (Excel)

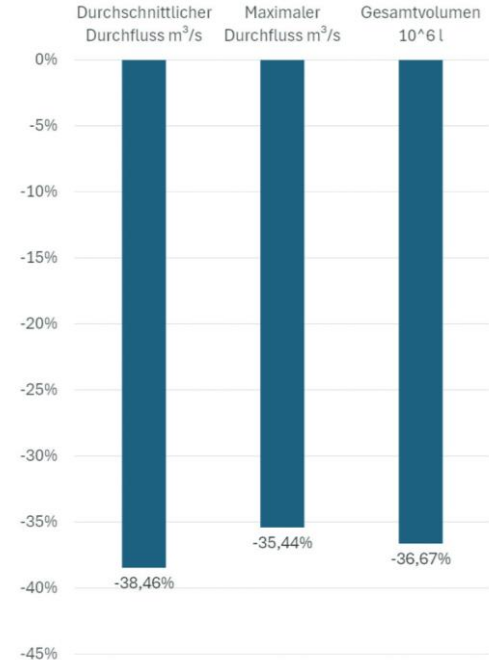
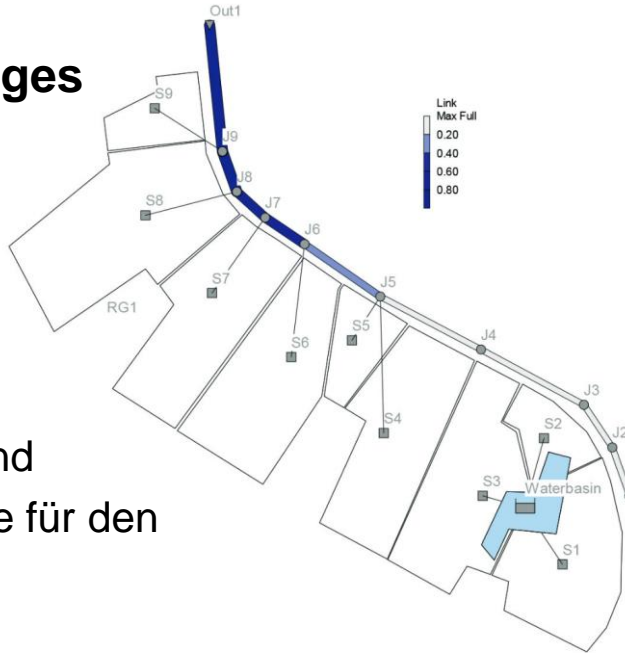
- Beispieljahr 2021: 621 mm Jahresniederschlag über Dachflächen eingeleitet, konstanter Grauwasserzufluss, Verdunstungsverluste,



Storm Water Management Modell (SWMM) der US Environmental Protection Agency (EPA)

100-jährliches, 10-minütiges Regenerereignis

Links: Modellabbildung des Entwässerungsmodells mit Berücksichtigung des Teichsystems (Waterbasin) und Darstellung der Kanalfüllgrade für den simulierten Planungszustand.



Rechts: Modellierte Durchfluss- und Abflussvolumenreduktion im Abwasserkanalsystem am Gebietsauslass (Out 1) → **Signifikante Entlastung des modellierten Kanalabschnitts (blau)**

Quelle: Hack et al., 2024

- Regen- und Grauwassernutzung bietet Mehrwert über die Wassereinsparung in Gebäuden hinaus:
 - Wasser für die Freiraumgestaltung (Aufenthaltsqualität, Lebensraum)
 - Wasser für Bewässerung (Vegetationspflege)
- Multi-funktionale „Blaue Infrastruktur“ bietet weiteren Mehrwert:
 - Kühlwirkung (verbesserte Aufenthaltsqualität bei Hitze)
 - Starkregenrückhalt („Schwammstadt“-Komponente)

Ergebnisse erscheinen plausible, müssen durch Messungen noch bestätigt werden!

Fachartikel zum Vortrag:

- Hack, J., Gehrmann, S., & Wesemann, M. (2024). Wassersensible Stadtgestaltung - Innovative Klimawandelanpassung mit Regen- und Grauwassermanagement im Forschungsprojekt Resource:Mannheim. *Fbr-Wasserspiegel*, 2(2024), 6–12.
https://www.researchgate.net/publication/379406533_Wassersensible_Stadtgestaltung_Innovative_Klimawandelanpassung_mit_Regen-und_Grauwassermanagement_im_Forschungsprojekt_ResourceMannheim

Interessante studentische Abschlussarbeiten zu Urbaner Grüner Infrastruktur und Trockenheitsrisiko von Bäumen:

- Düwel, L. (2024). Netzwerke blau-grüner Infrastruktur und ihr Einfluss auf die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen in der Stadt Hannover. ArcGIS StoryMap zur Masterarbeit an der Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung:
<https://experience.arcgis.com/experience/0508ebd77a284f4db9b64b360ad157ce/>
- Wesemann, M. (2024). Analyse der Wasserverfügbarkeit und ressourcenorientierte Bewässerungsempfehlungen für trockenstressgefährdete Straßenbäume in Hannover. ArcGIS StoryMap zur Masterarbeit an der Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung: <https://arcg.is/0WOPfb>

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen ???



Prof. Dr.-Ing. Jochen Hack
Professur für klimaresiliente
Siedlungswasserwirtschaft

Hochschule Darmstadt
FB Bau und Umwelt
www.fbbu.h-da.de

