

Fabian Funke; Dr. Andreas Matzinger; Michel Gunkel; Diana Nenz; Prof. Dr. Achim Schulte; Brigitte Reichmann; Dr. Pascale Rouault

Partizipative Regenwasserkonzepte als wirksames Element zur Gestaltung klimaresilienter Städte

Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung wurden in einem Berliner Stadtumbaugebiet partizipativ entwickelt. Es zeigt sich, dass dadurch wasserwirtschaftlich wirksame Lösungen entstehen, die zusätzliche Funktionen der resilienten Stadt übernehmen können.



Bild 1 Regenwasserbewirtschaftung in einem Berliner Stadtumbaugebiet: Für eine Kita im Bezirk Pankow wurden mit Entscheidungsträgern und Interessenvertretern von Kita sowie der Verwaltung Visionen für gekoppelte Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung entwickelt. Quelle: Andritschke



Für die Gestaltung klimaresilienter Städte und für ein zukunftsfähiges Leben im urbanen Raum spielen Wasserinfrastrukturen im Allgemeinen und dezentrale Elemente der Regenwasserbewirtschaftung im Besonderen eine wichtige Rolle. Berlin trägt dem in besonderer Weise Rechnung, indem es der dezentralen

Regenwasserbewirtschaftung einen eigenen Abschnitt in der Koalitionsvereinbarung der aktuellen Regierung widmet /1/. Für die Umsetzung soll der im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projektes KURAS entwickelte Planungsansatz in die Praxis überführt und dabei weiterentwickelt werden. Bei der „KURAS-Methode“ erfolgt die Maßnahmenauswahl partizipativ mit wichtigen

Stakeholdern nach gemeinsamer Festlegung nicht-monetärer Ziele /2/. Die Methode baut auf das vielfältige Wirkungspotenzial der Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung auf, das neben wasserwirtschaftlichen Effekten auch Aspekte wie Aufenthaltsqualität oder Biodiversität enthält /3/. Durch diese Multifunktionalität sowie die Beförderung mehrerer Ziele entstehen planerische Freiheitsgrade.

Im Rahmen des laufenden BMBF-Projektes netWORKS4 wurde der KURAS-Ansatz in den so genannten „KURAS Plus“-Ansatz erweitert (u. a. um sozio-kulturelle Ziele und handhabbares Informationsmaterial für die Planung) und in konkreten Planungsprozessen in einem Berliner Stadtumbau-/Neubaugebiet diskutiert und erprobt /4/. Dabei wurden für verschiedene Standorte konkrete Visionen der Regenwasserbewirtschaftung durch betroffene Entscheidungsträger und Interessensvertreter entwickelt, die meist keinen wasserwirtschaftlichen Hintergrund aber ein direktes Interesse an dem Standort haben. Durch die Beförderung mehrerer Ziele führte die Methode zu einer starken Kopplung der Maßnahmen. Die partizipativen Visionen sind eher „Grobkonzepte“ und müssen durch Fachplaner in Planvarianten präzisiert werden. Nach nicht-monetärer und monetärer Bewertung der Varianten kann schließlich ein Konzept gewählt werden. Die Zielerreichung wird in einem ersten Schritt nur qualitativ durch eine vereinfachte Maßnahmenbewertung berücksichtigt. Es

Bild 2 Kita-Standort im Ist- und Plan-Zustand
Quelle: KWB



stellt sich die Frage, ob die resultierenden Konzepte auch wasserwirtschaftlich sinnvoll sind. Im vorliegenden Artikel untersuchen wir diese Frage an einem Planungsbeispiel anhand der potenziellen Effekte der Maßnahmen auf den natürlichen Wasserhaushalt sowie auf die Abflusseigenschaften. Dabei wird die partizipative Planvariante zusätzlich mit einfacheren, ungekoppelten Maßnahmenvarianten der Regenwasserbewirtschaftung für denselben Standort verglichen. Beim Vergleich selbst wird die Leistung der Regenwasserkonzepte für folgende konkrete Ziele betrachtet:

- die Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt auf Basis des DWA Arbeitsblattes A 102 (im Gelbdruck) /5/
- die maximale Abflussspende für Neubau- und Sanierungsprojekte im Berliner Mischgebiet von $10 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ /6/
- eine möglichst weitgehende Abkopplung zur Unterstützung des Berliner Abkopplungsziels von 1 \% a^{-1} /1/.

Untersuchungsgebiet: Erweiterung einer städtischen Kita

Das Untersuchungsgebiet ist ein Kitastandort im Berliner Bezirk Pankow, der im Rahmen des Stadtumbaus saniert und ausgebaut werden soll. Das Grundstück besitzt eine Fläche

von knapp 6.500 m^2 und umfasst im Ist-Zustand ein Hauptgebäude mit drei Vordachflächen, darum liegende teil- und vollversiegelte Wegflächen sowie eine große Grünfläche (Bild 2). Die Dachflächen sind zusammen 850 m^2 groß, flach geneigt und mit Bitumenbahnen abgedichtet. Der Versiegelungsgrad beträgt $\sim 30 \text{ \%}$, wobei das Regenwasser zentral über die Mischwasserkanalisation abgeleitet wird.

Am Planungsprozess waren die wichtigsten Stakeholder aus Verwaltung auf Landes- und Bezirksebene, der Kitaträger sowie die Kitaverantwortlichen beteiligt. Im Vorfeld wurden die folgenden sechs nicht-monetären Ziele priorisiert: Biodiversität, natürlicher Wasserhaushalt, Gewässerschutz, Grundwasserschutz, Erlebarkeit/Begegnung und Umweltbildung. Beim eigentlichen Planungsprozess wurden unterschiedliche Maßnahmen dezentraler Regenwasserbewirtschaftung entlang der angepassten „KURAS Plus“-Methode durch die Stakeholder geprüft, diskutiert und letztlich eine Vision mit konkreten Maßnahmen und ihrer Kopplung für den Standort entwickelt. Diese Vision war dann Grundlage für das Erstellen von Planungsvarianten durch einen beim Stakeholder-Prozess anwesenden Fachplaner. Aufgrund eines Vergleichs von Kosten und Zielerreichung der Varianten wurde ein integriertes Regenwas-

serkonzept ausgewählt, das in das geplante Neubau- und Sanierungskonzept aufgenommen wurde. Die erwarteten Investitionskosten des gewählten Regenwasserkonzeptes liegen im Bereich von 1 \% des geplanten Erweiterungsbaus. Im Vergleich der erwarteten Einsparungen (beim Regenwasserentgelt und beim Trinkwasserverbrauch) mit den Kosten für Betrieb und Wartung der Maßnahmen wird von einer leichten Reduktion der jährlichen Kosten ausgegangen.

Dieses partizipative Regenwasserkonzept bildet den Plan-Zustand der Untersuchung, der im Vergleich zum Ist-Zustand folgende Änderungen beinhaltet: Das bestehende Kita-Gebäude wird durch einen Neubau mit einer Fläche von 356 m^2 ergänzt. Die Dachfläche des Neubaus und die einsehbaren Vordachflächen des Bestandsgebäudes werden mit einer extensiven Dachbegrünung ausgestattet. Die Wegflächen werden von der Kanalisation abgekoppelt und der vollversiegelte Teil durch teilversiegelte Beläge ersetzt. Das auf den unbegrünten und begrünten Dachflächen anfallende Regenwasser wird in einer 90 m^3 großen Zisterne gesammelt und als Betriebswasser für die Bewässerung der Grünfläche und des Gartens sowie für die Toilettenspülung im Neubau mit ca. 70 Personen genutzt. Dazu wird der Neubau mit einem zweiten Leitungsnetz ausgestattet. Der Überlauf aus der

Zisterne wird in eine 20 m² große Mulde geleitet und dort versickert bzw. verdunstet (Bild 2). Durch diese Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung ist das Grundstück vollständig von der Kanalisation abgekoppelt.

Entwickelte Szenarien

Neben dem Ist- und dem Plan-Zustand werden weitere Szenarien untersucht, die alternative Maßnahmenkombinationen dezentraler Regenwasserbewirtschaftung auf dem Kita Standort darstellen. Im Folgenden werden die einzelnen Szenarien genauer beschrieben:

- Der **Ist-Zustand** spiegelt den aktuellen Zustand des Kita Standorts wider (Bild 2).
 - Der **Plan-Zustand** repräsentiert Maßnahmenkombination die durch Anwendung der „netWORKS4/KURAS Plus“-Methode im partizipativen Prozess entwickelt wurde und voraussichtlich zur Umsetzung kommt (Bild 2).
 - Die Variante **Neubau ohne Regenwasserkonzept** dient als Referenzzustand zur Bewertung des Plan-Zustands und der alternativen Maßnahmenkombinationen, bildet also den Kita Ausbau (analog zum Plan-Zustand) ohne Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung ab.
- Die weiteren Vergleichsszenarien kombinieren jeweils eine Maßnahme für die versiegelten Dachflächen mit einer Teilversiegelung der Wegflächen ohne Maßnahmenkopplung.
- Das **Szenario S1: „extensive Dachbegrünung und Entsiegelung“** verwendet als Ausgangspunkt den Neubau ohne Regenwasserkonzept und kombiniert die extensive Begrünung aller Dachflächen mit der Ausstattung der Wegflächen mit

einem teilversiegelten Flächenbelag. Der Ablauf der begrünten Dächer wird zentral im Mischwasserkanal abgeleitet.

- Das **Szenario S2: „Zisterne und Entsiegelung“** verwendet als Ausgangspunkt den Neubau ohne Regenwasserkonzept und kombiniert eine 30 m³ große Zisterne, die das Regenwasser der Dachflächen sammelt und als Betriebswasser für Bewässerung und Toilettenspülung im Neubau nutzt, mit der Ausstattung der Wegflächen mit einem teilversiegelten Flächenbelag. Der Überlauf der Zisterne wird zentral im Mischwasserkanal abgeleitet.
- Das **Szenario S3: „Mulde 5% und Entsiegelung“** verwendet als Ausgangspunkt den Neubau ohne Regenwasserkonzept und kombiniert eine Versickerungsmulde mit einer Fläche von 42,5 m², in der das Regenwasser der Dachflächen versickert oder verdunstet wird, mit der Ausstattung der Wegflächen mit einem teilversiegelten Flächenbelag. Der Überlauf der Mulde wird zentral im Mischwasserkanal abgeleitet.

Abflussverhalten untersucht

Das Abflussverhalten der unterschiedlichen Szenarien wurde auf dem Kita-Standort mithilfe des Niederschlag-Abfluss-Modells SWMM 5.1 /7/ jeweils in einer 60-jährigen Langzeitsimulation untersucht /8/. Die Niederschlagsdaten stammen von der Wetterstation der Freien Universität Berlin in Berlin-Dahlem und besitzen wie das Modell eine zeitliche Auflösung von 5 Minuten. Die Modellkomponenten wurden vor der Anwendung für den Kita-Standort anhand von Messdaten eines extensiven Gründachs der Hochschule Neu-

brandenburg /9/ sowie des Abflussbildungsmodells ABIMO für das Stadtumbaugebiet /10/ parametrisiert und validiert.

Die Langzeitsimulation zeigt, dass sowohl die maximale Abflusssspende (Bild 3) als auch die Abflusssumme (Bild 4), die während eines Regenereignisses als Regenwasserabfluss vom Kita-Standort auftreten, durch Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung gegenüber einem Neubau ohne Regenwasserkonzept deutlich reduziert werden können. Dabei kann sich der Plan-Zustand von den anderen Varianten positiv abheben. Durch die partizipativ entwickelte Lösung einer Kombination von Entsiegelung, extensiver Dachbegrünung, Regenwassernutzung und Versickerungsmulde kommt es nur noch alle 20 Jahre zu einem Ereignis, bei dem die Mulde überläuft. Dieser Überlauf wird aber nicht im Kanal abgeleitet, sondern führt zum Einstau der vorhandenen Grünflächen. Dadurch kann auch die neu eingeführte maximale Abflusssspende von 10 l s⁻¹ ha⁻¹ in den Mischkanal /6/ eingehalten werden. Die drei Vergleichsszenarien (1) bis (3) sind ebenfalls in der Lage, das Abflussverhalten im Vergleich zum Neubau ohne Regenwasserkonzept deutlich zu verbessern und im Falle der Kombination von extensiver Dachbegrünung und Entsiegelung die maximale Abflusssspende für fast alle Regenereignisse einzuhalten. Jedoch ist keines der Szenarien in der Lage, vergleichbar effektiv wie der Plan-Zustand sowohl die maximale Abflusssspende als auch die Abflusssumme zu reduzieren. Hier zeigt sich, dass die Kombination und insbesondere die serielle Kopplung von mehreren Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung in Bezug

auf das Abflussverhalten einen deutlichen Vorteil bringt.

Interessant ist die unterschiedliche Wirkung der Maßnahmen in den Szenarien (1) bis (3). Es zeigt sich, dass die extensive Dachbegrünung die beste Einzelmaßnahme für die Reduktion der maximalen Abflusssspende darstellt (Bild 3), eine Muldenversickerung dagegen den höchsten Abkopplungsgrad erreicht (Bild 4) und die Regenwassernutzung in beiden Fällen in der Mitte liegt. Entsprechend hängt eine Maßnahmenwahl auch vom Reduktionsziel ab.

Wasserhaushalt bewertet

Zur Bewertung des Wasserhaushaltes wurde das DWA-Modell Wabla /11/ verwendet, das den durchschnittlichen Jahresniederschlag in die drei Komponenten Verdunstung, Grundwasserneubildung und Abfluss aufteilt. Die drei Komponenten wurden dabei für alle Szenarien berechnet und mit dem naturnahen Wasserhaushalt einer unbebauten Grünfläche verglichen. Als Basis diente die Wasserhaushaltskarte des Landes Berlin /10/,

die für Grünflächen im Bereich des Stadtumbaugebietes eine Verdunstung von 75 %, eine Grundwasserneubildung von 24 % und einen Abfluss von 1 % ausweist. Bild 5 zeigt die Summe der Abweichungen (bzw. des Betrags) über die drei Komponenten für alle Szenarien.

Die deutliche Abweichung vom naturnahen Wasserhaushalt im Ist-Zustand und bei einem Neubau ohne Regenwasserbewirtschaftung wird durch das partizipative Konzept (Plan-Zustand) auf etwa 10 % reduziert (Bild 5). Die verbleibende Abweichung ist vor allem auf ein Verdunstungsdefizit von 8 % zurückzuführen, das sich wiederum durch die Nutzung von 8 % des Regenwassers als Betriebswasser für die Toilettenspülung im Neubau erklärt. Hier zeigt sich ein nicht auflösbarer Zielkonflikt zwischen Verdunstung und Nutzung. Insgesamt ist eine Abweichung von 10 % für ein Bestandsgebiet im Innenstadtbereich aber als sehr positiv zu werten. Von den Varianten S1 bis S3 schneidet die Dachbegrünung am besten ab. Sie erreicht mit 6 % das kleinste Verdunstungsdefizit aller Varianten, es verbleibt aber ein Abfluss

Die vorgestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „netWORKS 4“ durchgeführt. Das Projekt wird innerhalb der Fördermaßnahme „Nachhaltige Transformation urbaner Räume“ im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“ als Bestandteil des BMBF-Programms „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Die Arbeiten wurden durch viele Personen innerhalb und außerhalb des Projekts unterstützt. Wir möchten uns insbesondere bei den Beteiligten vom Bezirksamt Berlin-Pankow bedanken, die die Durchführung der innovativen Planungsprozesse erst möglich gemacht haben.

von 7 %, weshalb die Gesamtabweichung trotzdem höher ausfällt als im Plan-Zustand (Bild 5). Die Variante S3, die vor allem auf Versickerung setzt, zeigt dagegen eine annähernd so große Abweichung vom natur-

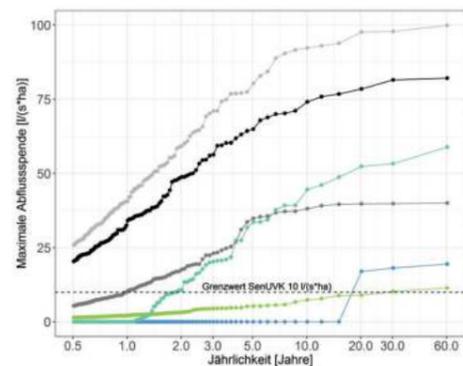


Bild 3 Szenarienvergleich der maximalen Abflusssspende in Abhängigkeit der Jährlichkeit, berechnet für eine 60-jährige Regenreihe. Die gestrichelte Linie zeigt den Berliner Grenzwert, der im Einzugsgebiet der Mischwasserkanalisation unabhängig der Jährlichkeit gilt. Quelle: KWB

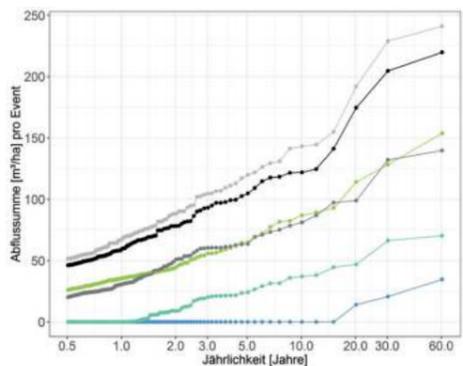


Bild 4 Szenarienvergleich der Ereignisabflusssumme in Abhängigkeit von der Jährlichkeit berechnet für eine 60-jährige Regenreihe. Quelle: KWB



AERZEN RENTAL ist der Spezialist für die Vermietung von 100% ölfreien, elektrisch betriebenen Gebläsen und Kompressoren. Engagement, Kompetenz und Schnelligkeit zeichnet unseren Service aus. Ein Anruf bei der Hotline 24/7 genügt, um für Sie einen Notfallplan zu entwickeln und auszuführen. AERZEN RENTAL bietet Komplettlösungen auch für Ihren Prozess – inklusive der notwendigen Peripherie wie Verrohrung, elektrischen Anschlüssen und der Druckluftaufbereitung. Auch individuelle Lösungen zur Einbindung der Maschinen in Ihr Leitsystem sind möglich. Das gewährt Kontinuität und Betriebssicherheit z.B. bei Revisionen, Installationen oder Prozessversuchen.



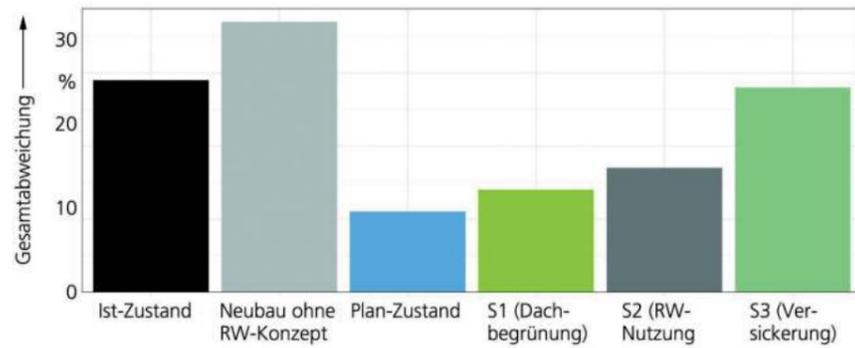


Bild 5 Gesamtabweichung der Szenarien vom naturnahen Wasserhaushalt einer unbebauten Grünfläche. Der naturnahe Wasserhaushalt wurde mit dem Wasserhaushaltsmodell des Landes Berlin ABIMO /10/ und die Maßnahmeneffekte mit dem Modell Wabila /11/ berechnet. Quelle: KWB

nahen Wasserhaushalt wie im Ist-Zustand. Die Variante reduziert zwar den Abfluss sehr stark, erhöht aber, statt der Verdunstung, die Grundwasserneubildung auf 9 % über den naturnahen Zustand.

Fazit

Das partizipativ erarbeitete Regenwasserkonzept verbessert hinsichtlich der maximalen Abflussspende, des Ereignisabflusses und des Wasserhaushaltes den Ist-Zustand trotz Neubau beträchtlich. Das Konzept schneidet auch deutlich besser ab, als die verglichenen einfacheren Varianten, die jeder versiegelten Fläche eine Maßnahme zuordnen. Es zeigt sich, dass gekoppelte Maßnahmen eher geeignet sind unterschiedliche wasserwirtschaftliche Ziele zu erfüllen, da durch

die Kopplung mehrere Stärken verbunden werden (z. B. Dachbegrünung: Verdunstung, Reduktion Abflussspitze; Versickerung: Abkopplung). Sie empfehlen sich dadurch als wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung. Zusätzlich berücksichtigt die partizipative Lösung weitere vorher gesetzte Ziele, wie eine Erhöhung der Biodiversität sowie eine gesteigerte Erlebbarkeit und Umweltbildung. Weiter wurden durch die Stakeholder lokale Präferenzen eingebracht (z. B. Betriebskostenreduktion durch Abkopplung und Regenwassernutzung), wodurch eine höhere Akzeptanz des Planungsergebnisses erwartet wird. Auf der Kostenseite führt das betrachtete Konzept nur zu einer geringen Erhöhung der Baukosten, während zusätzlich anfallende jährliche Kosten für Betrieb und Wartung voraussichtlich durch Einsparungen

ausgeglichen oder übertroffen werden. Die angewendete „KURAS Plus“-Methode hat damit einen ersten Praxistest bestanden und wird für die zukünftige Planung von urbanen Regenwasserkonzepten empfohlen.

- **Dr. Andreas Matzinger**
Kompetenzzentrum Wasser Berlin
andreas.matzinger@kompetenz-wasser.de
<https://www.kompetenz-wasser.de>
- **Fabian Funke**
Kompetenzzentrum Wasser Berlin
Freie Universität Berlin,
Fachbereich Geowissenschaften
- **Michel Gunkel**
Berliner Wasserbetriebe,
Forschung und Entwicklung
- **Diana Nenz**
Deutsches Institut für Urbanistik - difu
- **Prof. Dr. Achim Schulte**
Freie Universität Berlin,
Fachbereich Geowissenschaften
- **Brigitte Reichmann**
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und
Wohnen, Abteilung II Städtebau und Projekte
- **Dr. Pascale Rouault**
Kompetenzzentrum Wasser Berlin

Literatur:

- | | | |
|---|---|---|
| <p>/1/ Koalitionsvereinbarung für die Legislaturperiode 2016-2021. Berlin gemeinsam gestalten. Solidarisch. Nachhaltig. Weltoffen. Sozialdemokratische Partei Deutschlands, DIE LINKE, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. p. 190, 2016</p> <p>/2/ Matzinger, A.; Riechel, M.; Remy, C.; Schwarzmüller, H.; Rouault, P.; Schmidt, M.; Offermann, M.; Strehl, C.; Nickel, D.; Sieker, H.; Pallasch, M.; Köhler, M.; Kaiser, D.; Möller, C.; Büter, B.; Leßmann, D.; Tils, R. von; Säumel, I.; Pille, L.; Winkler, A.; Bartel, H.; Heise, S.; Heinzmann, B.; Joswig, K.; Rehfeld-Klein, M.; Reichmann, B. (2017): Zielorientierte Planung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung – Ergebnisse des Projektes KURAS: Berlin. p. 85. www.kuras-projekt.de</p> <p>/3/ Winker, M., Frick-Trzebitzky, F.; Matzinger, A.; Schramm, E.; Stieß, I. (2019): Die Kopplungsmöglichkeiten von grüner, blauer und grauer Infrastruktur</p> | <p>mittels raumbezogenen Bausteinen, netWORKS-paper</p> <p>/4/ Nenz, D.; Matzinger, A.; Trapp, J.H.; Reichmann, B.; Funke, F.; Rouault, P.; Gunkel, M. (2019): Wasser in der Stadt gemeinsam anders denken und planen. Ernst & Sohn Special 2019 – Regenwasser-Management</p> <p>/5/ DWA (2015): DWA A 102: Niederschlagsbedingte Siedlungsabflüsse - Grundsätze und Anforderungen Zum Umgang mit Regenwasser (Entwurf)</p> <p>/6/ SenUVK (2017): Hinweisblatt: Begrenzung von Regenwassereinleitungen bei Bauvorhaben in Berlin (BReWa-BE). Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz: Berlin</p> <p>/7/ Rossmann, L. (2015): Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1. p. 353</p> <p>/8/ Funke, F. (2019): Modellierung und Bewertung von Maßnahmen der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung anhand aktueller Planungsvarianten in</p> | <p>Berlin-Pankow, Masterarbeit am Fachbereich Geowissenschaften. Freie Universität Berlin. p. 125</p> <p>/9/ Schubert, R.-L.; Sperling, K.; Cardot, N.; Kaiser, D.; Köhler, M.; Schmidt, M.; Riechel, M.; Matzinger, A. (2015): Monitoring of runoff water quality from green and gravel roofs with bitumen membranes. 17th IWA International Conference on Diffuse Pollution and Eutrophication (DIPCON). Berlin</p> <p>/10/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (2013): Umweltatlas, 02.13 - Oberflächenabfluss, Versickerung, Gesamtabfluss und Verdunstung aus Niederschlägen p. 22. https://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kc213.pdf</p> <p>/11/ Henrichs, M., Langner, J.; Uhl, M. (2016): Development of a simplified urban water balance model (WABILA). Water Science and Technology. 73(8): 1785-1795</p> |
|---|---|---|