
RESOURCE:MANNHEIM

INTEGRALE PLANUNG EINES QUALITATIV WIE QUANTITATIV NACHHALTIGEN REGEN- UND GRAUWASSERMANAGEMENTS AM BEISPIEL DES NEUEN STADTQUARTIERS ‚AM AUBUCKEL‘ IN MANNHEIM

Aktenzeichen: 37431
Laufzeit: 03/2022 - 08/2025
Fördersumme: 125.000 €

Projektbearbeitung:

Technische Universität Darmstadt
Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung
Prof. Dr.-Ing. Annette Rudolph-Cleff
Dr.-Ing. Simon Gehrman
Dipl.-Ing. Frederik Helms

IMPRESSUM

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
FACHBEREICH ARCHITEKTUR
FACHGEBIET ENTWERFEN UND STADTENTWICKLUNG

HAUPTVERANTWORTLICHES PROJEKTTEAM
PROF. DR.-ING. ANNETTE RUDOLPH-CLEFF
DR.-ING. SIMON GEHRMANN
DIPL.-ING. FREDERIK HELMS

MIT UNTERSTÜTZUNG AUS DEM TEAM:
DR.-ING. YANG LI
DR.-ING. JOACHIM SCHULZE
DIPL.-ING. NOURDIN LABIDI
CAND. ARCH. ANNIKA BEISSNER
CAND. ARCH. DUC THINH DU
CAND. ARCH. MONJA KULLA
CAND. ARCH. MARCO PADBERG
CAND. ARCH. HANNAH WATZKE
MAREN VOELCKER

INHALT

IMPRESSUM	2
EINLEITUNG	7
Wassersensitive Stadtgestaltung als Antwort auf den Klimawandel	8
Von Infrastruktur zur wassersensitiven Stadtgestaltung	11
Aktuelle Entwicklungen in Deutschland	12
Einordnung des Projektes in die Förderschwerpunkte der dbu	13
PROJEKTbeschreibung RESOURCE:MANNHEIM	16
Die Aubuckel Siedlung am Adolf-Damaschke-Ring	16
Der Neubau	17
Das Forschungsprojekt	18
Projektpartner, Planung ReSource: Mannheim	25
Erweiterte Förderung	26
Projektbeteiligte, Realisierung ReSource:Mannheim	27
Zeitlicher Ablauf, Übersicht Projektentwicklung	28
RECHTLICHER RAHMEN UND UMSETZUNG	30
Rahmenbedingungen für die Quartiersplanung	30
Gestaltungsbeirat, Fachbereich Stadtplanung	30
FB 61 Geoinformation und Stadtplanung	31
FB 60 Baurecht, Bauverwaltung und Denkmalschutz	31
FB 25 Bau und Immobilienmanagement	32
FB 76 Stadtraumservice, Grünflächenunterhalt	32
FB 58 Jugendamt und Gesundheitsamt, Gesundheitsschutz	33
FB 67 Fachbereich Klima, Natur, Umwelt, Klimaschutzleitstelle, Untere Naturschutzbehörde	33
FB I Eigenbetrieb 69, Stadtentwässerung	34
MVV Energie AG	34
GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH, Bauherrin	34

WASSERRECHT UND UMWELTAUFLAGEN	36
Relevante Regelwerke, Stand der Technik	37
Funktionale	39
Leistungsbeschreibung	39
TECHNISCHE GRUNDLAGE FÜR DAS ÖKOSystem	40
Grundlagen der Mess- und Steuerungstechnik	40
Inhalt und Zielsetzung der Mess- und Steuerungstechnik	42
Naturbasierte Wasserflächen in der wassersensitiven Stadt	42
Nährstoffe als Bestandteil funktionierender Ökosysteme	43
Eutrophierung als Herausforderung urbaner Teiche	43
Nährstoffeinträge im System ReSource:Mannheim	43
Technische Unterstützung natürlicher Prozesse	44
Szenarienentwicklung in einem Ökosystem	46
Fazit: Resiliente Systemstabilität durch und Management	47
ERGEBNISSE	48
Teichsteuerung	48
Mikroklimatische Modellierung	50
Entlastung des Kanalsystems	52
Übertragbarkeit von Resource:Mannheim	54
DIE BAULICHE REALISIERUNG DES PROTOTYPEN	58
Aktueller Stand und	58
Inbetriebnahme	58
Abweichungen zwischen Planung und Ausführung	62
Wasser- und Regenrückhaltung	62
Hydraulik und Steuerbarkeit	62
Mess- und Regelungstechnik	63
Vegetation und Pflanzkonzept	64
Bewässerungssystem in den Freibereichen	64
Bauliche Ausführung/Gestaltung	64
Erkenntnisse	68
Umweltentlastungen	70
Entlastung des Kanalsystems und Gewässerschutz	70
Ressourcenschonung durch Kreislaufführung von Wasser	71
Mikroklimatische Entlastung und Hitzeanpassung	71
Wissenschaftliche	72
Begleitung	72
Zusammenfassende Bewertung	73
Ausblick	73

DISSEMINATION	76
Veröffentlichungen	77
Vorträge und	77
Konferenzbeiträge	77
DANKSAGUNG	79
ANLAGE:	80
Funktionale Leistungsbeschreibung Grauwasser (FLB)	80



Resource:Mannheim
kurz nach Fertigstellung im August 2025.
Quelle: FG est

EINLEITUNG

ReSource:Mannheim ist ein Modellprojekt der wassersensitiven Stadtgestaltung, das von der GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH mit Hilfe eines interdisziplinären Teams aus Architektur, Landschaftsarchitektur, Hydrologie und Ingenieurwesen unter Leitung der Technischen Universität Darmstadt entwickelt und durch einen Generalübernehmer in den Jahren 2023 bis 2025 in Mannheim-Feudenheim in der Wohnanlage „Am Aubuckel“ realisiert wurde.

Die wassersensitive Stadtgestaltung (Water Sensitive Urban Design, WSUD) betrachtet Wasser nicht nur als technische Ressource, sondern auch als zentrales Gestaltungskriterium nachhaltiger Stadtentwicklung. Im Projekt „ReSource:Mannheim“ wird Wasser daher als wertvolles Gut betrachtet, das positive Effekte auf den lokalen Wasserhaushalt, den Hochwasserschutz, die Bodenqualität, das Mikroklima, die Biodiversität und die Lebensqualität hat. Es gilt, Wasser aktiv in vorhandene urbane Strukturen einzubinden. Bei der Umsetzung dieses europaweiten Pilotprojekts konnte in der Wohnsiedlung „Am Aubuckel“ ein dezentrales Grauwasser- mit einem innovativen Regenwassermanagement kombiniert werden, wobei die Landschaftsgestaltung als zentrales Element im Quartier sowohl technische Relevanz hat, als auch gestalterisch als blau-grünes Herz der Anlage. Im Mittelpunkt dieses nachhaltigen Umgangs mit der Ressource Wasser stehen jedoch nicht die technischen Funktionen oder der betriebliche Ablauf, sondern die stadträumlichen, freiraumplanerischen und atmosphärischen Qualitäten, die durch den ressourcenschonenden, dezentralen Ansatz der Wasserkreisläufe entstehen konnten. In der Wohnanlage dient eine naturnah gestaltete Teichanlage als Schnittstelle der verschiedenen technischen Wasserkreisläufe und bildet eine blau-grüne Oase als lebenswerte Mitte der Wohnanlage.

Begleitet von der TU Darmstadt und gefördert durch

die Deutsche Bundesstiftung Umwelt besitzt das Projekt insbesondere durch die Verbindung von technischem Know-how, naturnaher Landschaftsgestaltung und ökologischer Wirksamkeit Modellcharakter – und das weit über Deutschland hinaus. Während die Nutzung von aufbereitetem Grauwasser in städtischen Kreisläufen bislang kaum verbreitet ist, zeigt ReSource:Mannheim das große Potenzial einer wassersensitiven Quartiers- oder Freiraumgestaltung auf Basis eines innovativen Grau- und Regenwassermanagements. Das realisierte Vorhaben demonstriert, wie die Verknüpfung von dezentralem Wassermanagement, Grauwassernutzung und naturbasierten Infrastrukturen zu klimaresilienten, sozial aufgewerteten und übertragbaren Stadtentwicklungsmodellen führen kann.

Die Umsetzung des Projekts soll in Zukunft die erfolgreiche Verwirklichung der Einzelziele belegen. Zu diesen Planungsaspekten zählen unter anderem die Einsparung von Trinkwasser, die Etablierung eines dezentralen, urbanen Überflutungsschutzes durch Entlastung des Kanalsystems, die positive Beeinflussung des Mikroklimas und die Vermeidung von Hitzeinseln, die Erhöhung der Biodiversität und die Reduktion von Hitzeschäden an der bestehenden Vegetation sowie die Schaffung einer landschaftsarchitektonisch reizvollen, soziokulturellen Quartiersmitte.

WASSERSENSITIVE STADTGESTALTUNG ALS ANTWORT AUF DEN KLIMAWANDEL

Der Klimawandel und die damit einhergehende Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs stellen Städte weltweit vor wachsende Herausforderungen. Besonders betroffen sind neben der Land- und Forstwirtschaft die urbane Infrastruktur, deren Ursprünge in Deutschland vielfach in der Mitte des 20. Jahrhunderts liegen. Ursprünglich wurde dabei das Ziel verfolgt, anfallendes Niederschlags- und Schmutzwasser schnellstmöglich abzuleiten. Auf die heutigen klimatischen Extrembedingungen, die sich auf der einen Seite durch lange Trockenphasen ohne, bzw. mit sehr wenig Niederschlag zeigen, folgen zunehmend kurze intensive Starkregenereignisse, die die bestehenden Ver- und Entsorgungssysteme jedoch in beiden Fällen vor große Herausforderungen stellen. Die aktuellen Regenereignisse, vor allem in den letzten 10 Jahren zeigen, dass die Kanalnetze vieler Städte und Gemeinden angesichts des Klimawandels keinen ausreichenden Überflutungsschutz mehr bieten.

Aufgrund fehlender oder unzureichender dezentraler Wassermanagementsysteme erfolgt die Entlastung der Systeme meist durch das unkontrollierte Einleiten überschüssiger Niederschlagsmengen in die Vorflut und somit in die

nachfolgenden Bäche und Flüsse. Dieses Vorgehen belastet die Gewässerökosysteme zunehmend und verhindert, dass der Niederschlag lokal dem Grundwasser zugeführt wird, wodurch eine Regeneration verhindert wird und die Städte aufgrund fallender Grundwasserstände austrocknen vgl. Urban Stream Syndrome.

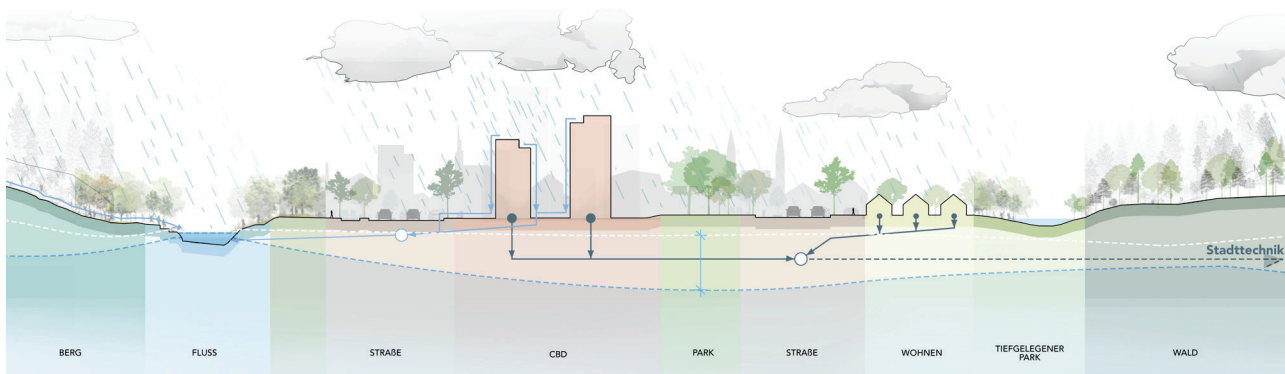
Starkregenereignisse überschreiten mittlerweile regelmäßig auch die Aufnahmekapazität konventioneller Entwässerungsnetze und verursachen somit lokale Überflutungen. Das bereits erwähnte Urban Stream Syndrom, bzw. die fallenden Grundwasserspiegel, insbesondere in Kombination mit langanhaltenden Trockenperioden führen zu zunehmenden Engpässen in der Trinkwasserbereitung, da diese in weiten Teilen Deutschlands auf Grundwasser setzt.

Die bereits erwähnte Intensivierung des hydrologischen Kreislaufs durch die rasche Ableitung großer Niederschlagsmengen in Verbindung mit Wasserknappheit in längeren Dürrephasen führt dazu, dass die städtische Wasserversorgung ihren Kernaufgaben, nämlich der Vorhaltung von Trinkwasser und der Sicherung des Wasserhaushalts, zunehmend erschwert nachkommen können. In den Sommermonaten weisen öffentliche Parkanlagen oder intensiv genutzte Grünflächen bereits deutliche Hitzeschäden auf, da künstliche Bewässerungssysteme aufgrund des Wassermangels nur bedingt zum Einsatz kommen. Vor diesem Hintergrund sind zwei zentrale Ziele für die Anpassung städtischer Wassersysteme zu formulieren:

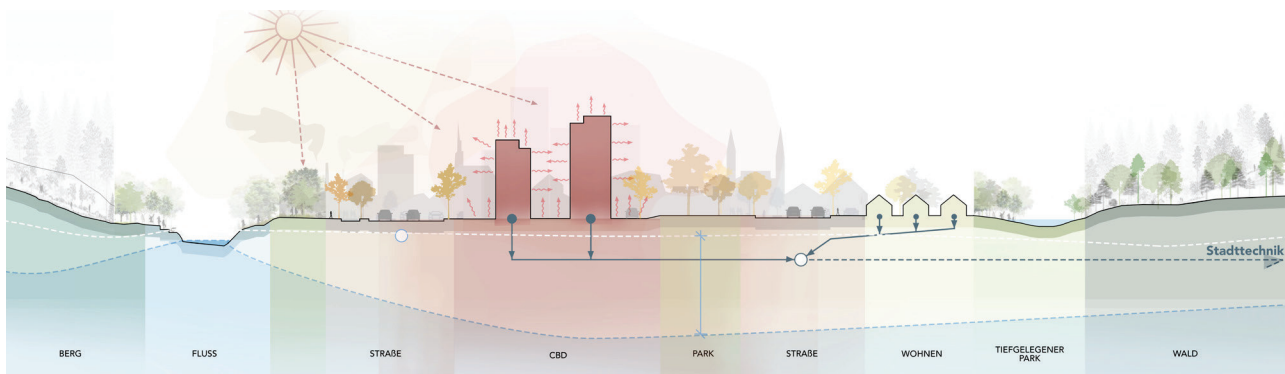
1. die lokale Versickerung von Niederschlägen, um Entwässerungssysteme zu entlasten und den Grundwasserhaushalt zu stabilisieren, sowie
2. die Erschließung alternativer Wasserressourcen, etwa durch Regenwassernutzung oder Grauwasserrecycling.

Eine Maximierung lokaler Retention und Verdunstung unterstützt den natürlichen Wasserkreislauf, reduziert den Druck auf die Trinkwasserversorgung und trägt zur mikroklimatischen Abkühlung bei.

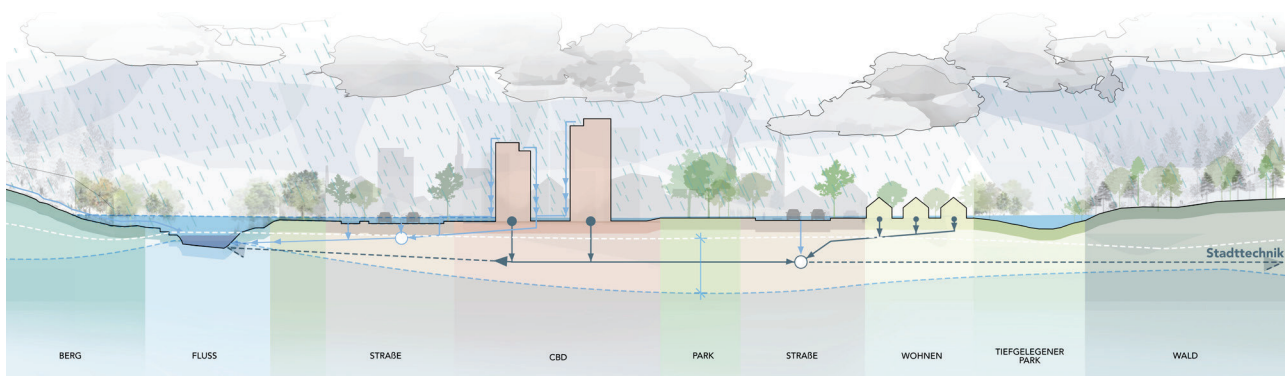
Das Projekt „Resource:Mannheim“ zeigt, wie eine wassersensitive Stadtentwicklung zur Entlastung bestehender Infrastrukturen, zur Reduktion des Trinkwasserverbrauchs durch hocheffiziente Wasserkreisläufe und zu einem resilienten Umgang mit klimatischen Extremen beitragen kann. Darüber hinaus steigert es die städtische Aufenthalts- und Lebensqualität im Quartier maßgeblich. Das Projekt weist eine hohe Übertragbarkeit auf, da neben dem Einsatz etablierter Technologien und einer



Schematische Darstellung der Infrastruktur unserer Städte
Quelle: FG est



lange trockenperiode sorgen für fallende Grundwasserspiegel, und heizen unsere Städte auf
Quelle: FG est



Starkregenereignisse können von der infrastruktur nicht mehr aufgenommen werden, und sorgen für lokale überschwemmungen
Quelle: FG est

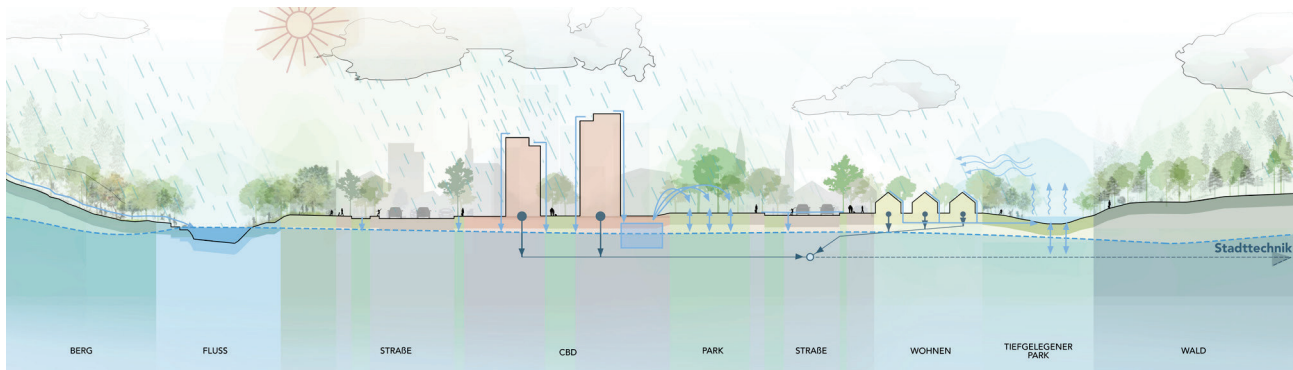
interdisziplinären Planung auch die relevanten juristischen Rahmenbedingungen systematisch berücksichtigt und transparent nachvollzogen werden können. Dadurch wird eine Adaption sowie Vervielfältigung des Konzepts ermöglicht. Auf dieser Grundlage können Wohntypologien für Ballungsräume entwickelt werden, die Wasser nicht lediglich verbrauchen, sondern aktiv in den natürlichen Kreislauf zurückführen.

VON TECHNISCHER INFRASTRUKTUR ZUR WASSERSENSITIVEN STADTGESTALTUNG

Das Verhältnis von Stadt und Wasser ist im globalen Norden seit Jahrzehnten stark von großtechnischer, zentralisierter Infrastruktur geprägt, deren primäre Zielsetzung war der Überflutungsschutz sowie die sichere Ver- und Entsorgung. Unter den Bedingungen des Klimawandels erweisen sich diese Infrastrukturen jedoch zunehmend als unzureichend und teilweise sogar kontraproduktiv. Deutschland macht diese Erfahrung erst seit etwa einem Jahrzehnt besonders deutlich. Andere Länder wie Australien wurden bereits in den 1990er-Jahren durch die Millennium Droughts zu innovativen Anpassungen gezwungen. Aus dem akuten Handlungsdruck entstand dort ein Paradigmenwechsel: Wasser wurde als kostbare Ressource betrachtet – unabhängig von seiner Herkunft oder Qualität. Dies führte zur Einführung dezentraler Systeme, die nicht nur auf den Schutz vor Überflutung, sondern auch auf die Speicherung, Wiederverwendung und Kreislaufführung von Wasser setzten. Aus dieser Erfahrung heraus entwickelte sich die Disziplin der Wasser sensitiven Stadtgestaltung (orig. Water Sensitive Urban Design (kurz: WSUD)).

Wassersensitive Stadtgestaltung ist somit nicht lediglich eine technische Optimierung bestehender Entwässerungssysteme, sondern ein planerischer Ansatz, bei dem die enge Verknüpfung von gebauter Umwelt und Wasserhaushalt im Mittelpunkt steht. Im Gegensatz zu klassischen Infrastrukturlösungen basieren WSUD-Projekte auf dezentralen, oft quartiersbezogenen Ansätzen. Diese setzen auf maximale Wasserrückhaltung, Mehrfachnutzung und die Integration Grüner und Blauer Infrastrukturen. Dadurch werden neue Ökosysteme geschaffen oder bestehende integriert, die Biodiversität gefördert und Ökosystemleistungen wie Klimaregulierung oder Verdunstungskühlung aktiviert. So entstehen Synergien zwischen Stadttechnik und Natur, die die Stadt robuster gegenüber äußeren Einflüssen machen, etwa durch die Vernetzung von Wassersystemen mit Parkanlagen, Gründächern oder urbanen Freiräumen.

Die wassersensitive Stadtgestaltung verfolgt stets auch eine soziale, kulturelle und ökologische Dimension: Sie verbessert nicht nur den Hochwasserschutz, sondern auch die Lebens- und Aufenthaltsqualität. Ihre Umsetzung trägt entscheidend zur Klimaresilienz unserer Städte bei



Im Rahmen der Wassersensitiven Stadtgestaltung werden urbane Wasserkreisläufe lokal neu gestaltet, mit Bezug zu Aufenthalts- und Freiraumqualitäten
Quelle: FG est

AKTUELLE ENTWICKLUNGEN IN DEUTSCHLAND

Die zunehmende Häufung extremer Wetterereignisse hat in Deutschland sowohl in der Politik als auch in der Gesellschaft ein neues Bewusstsein für die Notwendigkeit wassersensitiver Ansätze geschaffen. Anfang 2023 wurde auf Bundesebene die Nationale Wasserstrategie verabschiedet. Mithilfe eines sektorenübergreifenden Aktionsplans soll diese die zukünftige Ressourcennutzung steuern. Parallel dazu überarbeitet die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ihre Regelwerke, um Aspekte der Kreislaufführung, alternativer Wasserquellen und wassersensitiver Stadtentwicklung stärker zu berücksichtigen.

Im öffentlichen Diskurs hat sich in den letzten Jahren der Begriff der „Schwammstadt“ etabliert. Zwar beschreibt er anschaulich, technisch die Idee, Niederschläge stärker lokal zurückzuhalten und Überflutungen zu reduzieren, für die aktuellen Herausforderungen urbaner Wasserbewirtschaftung greift dieses Bild jedoch zu kurz. Es fokussiert vor allem auf die

Regenwasserbewirtschaftung und wird häufig auf technische Maßnahmen des Hochwasserschutzes beschränkt.

Die umfassenden Herausforderungen des Klimawandels erfordern jedoch eine weitergehende, integrative Perspektive, die ökologische, soziale und städtebauliche Dimensionen einschließt: Städte müssen Wasser nicht nur zurückhalten, sondern als Ressource in Kreisläufen nutzen, ökologisch wirksam integrieren und zugleich stadträumlich erlebbar machen.

Die bisherigen Erfahrungen mit Projekten wie Resource:Mannheim zeigen, dass WSUD-Ansätze vielversprechende Wege eröffnen, um Städte zugleich klimaresilienter, nachhaltiger und lebenswerter zu gestalten – nicht allein durch Retention, sondern durch die bewusste Verknüpfung von Wasserwiederverwendung, Freiraumqualität und naturbasierten Infrastrukturen. In den kommenden Jahren wird es entscheidend sein, diese Ansätze über Pilotprojekte hinaus in die Regelplanung zu integrieren und als festen Bestandteil einer zukunftsfähigen Stadtentwicklung zu etablieren.

EINORDNUNG DES PROJEKTES IN DIE FÖRDERSCHWERPUNKTE DER DBU

Das Modellvorhaben ReSource:Mannheim ist bei der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) dem Referat „Ressourcen und Stoffkreisläufe“ zugeordnet. Durch die Verknüpfung von dezentralem Wassermanagement, Grauwassernutzung und klimaangepasster Quartiersentwicklung leistet das Projekt einen Beitrag zu den DBU-Förderschwerpunkten der nachhaltigen Stadtentwicklung, der Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie der ressourcenschonenden Bewirtschaftung urbaner Wasser- und Stoffkreisläufe.

Das Projekt adressiert aktuelle Herausforderungen urbaner Räume, die sich infolge des Klimawandels zunehmend verschärfen, insbesondere durch häufigere Starkregenereignisse, längere Trockenperioden sowie die Ausbildung städtischer Wärmeinseln.

Im Sinne einer wassersensitiven Stadtgestaltung verfolgt ReSource:Mannheim das Ziel, Wasser nicht ausschließlich als technische Ver- und Entsorgungsaufgabe zu behandeln, sondern als integralen Bestandteil urbaner Ökosysteme und klimaresilienter Quartiersentwicklung zu etablieren. Damit trägt das Projekt zur Umsetzung eines Paradigmenwechsels bei, der von der DBU als wesentliche Voraussetzung für zukunftsfähige Infrastrukturen im Siedlungsraum betrachtet wird.

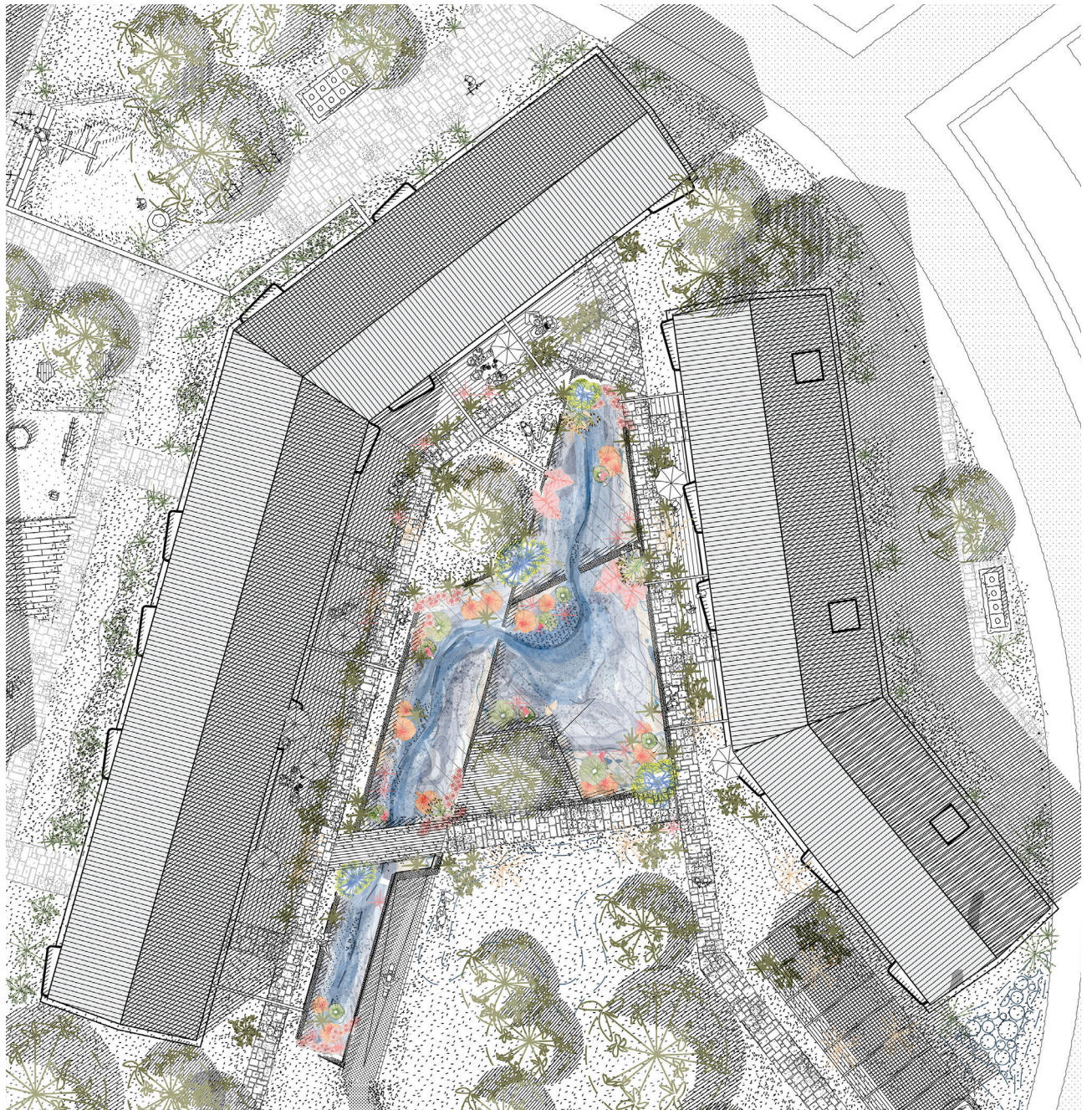
Ein wesentlicher Beitrag des Vorhabens liegt in der Entwicklung

und Realisierung eines integrierten Wasserressourcensystems, das Regenwasserbewirtschaftung, Grauwassernutzung, Retentionsmaßnahmen sowie mikroklimatische und ökologische Funktionen in einem Quartiersmaßstab zusammenführt. Durch die dezentrale Rückhaltung und Wiederverwendung von Wasser werden sowohl die kommunalen Entwässerungssysteme entlastet als auch wertvolle Trinkwasserressourcen geschont. Die im Projekt nachgewiesene Reduktion von Abflussvolumina bei Starkregenereignissen verdeutlicht die hohe Relevanz des Ansatzes für den vorsorgenden Hochwasserschutz und die Umweltentlastung urbaner Gewässer.

Darüber hinaus besitzt das Projekt einen ausgeprägten Modell- und Demonstrationscharakter, da es innovative technische Infrastruktur mit naturbasierten Lösungen und Freiraumgestaltung kombiniert. Eine zentrale Wasserfläche inmitten eines Wohnquartieres „Am Aubuckel“ wird nicht nur als funktionales Element der Regenwasserbewirtschaftung verstanden, sondern zugleich als Beitrag zur Verbesserung des Mikroklimas, zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität und zur Förderung urbaner Biodiversität.

Im Kontext der DBU-Förderstrategie ist insbesondere die Übertragbarkeit auf weitere Bestandsquartiere hervorzuheben. ReSource:Mannheim zeigt exemplarisch, wie klimaangepasste Wasserinfrastrukturen auch unter den Bedingungen von sozial gefördertem Wohnungsbau in Anlehnung an Bestandssanierungen realisiert werden können.

Damit liefert das Projekt wichtige Erkenntnisse für Kommunen, Wohnungswirtschaft und Fachplanungen sowie Impulse für die Weiterentwicklung von Regelwerken, da integrierte Systeme dieser Art bislang nur unzureichend abgebildet werden.



Lageplan ReSource:Mannheim
Quelle: FG est

PROJEKTBESCHREIBUNG RESOURCE:MANNHEIM

STANDORT UND QUARTIERSKONTEXT: DIE AUBUCKEL SIEDLUNG AM ADOLF- DAMASCHKE-RING

Die Aubuckel-Siedlung wurde Mitte der 1950er Jahre als erste Modellsiedlung des neu gegründeten Wohnungsbauministeriums am nordwestlichen Rand von Mannheim-Feudenheim realisiert. Sie galt aufgrund ihrer Wohnungen, der fortschrittlichen Haustechnik, der Gemeinschaftseinrichtungen sowie der Gestaltung der großzügigen Freianlagen als beispielgebend. Das Quartier, bestehend aus sieben Zeilen- und Kopfbauten, einem Wohnturm sowie einem Waschhaus mit integrierter Nahwärmezentrale, wurde 1956 fertiggestellt.

Westlich der Siedlung erstreckt sich die Feudenheimer Aue. Im Norden, getrennt durch den Wingertsbuckel, konnte 2023 auf dem Konversionsgelände der ehemaligen Spinelli Barracks die Bundesgartenschau ausgerichtet werden.

Das städtebauliche Konzept des Quartiers folgte dem Leitbild der aufgelockerten Stadt. Der verbindende, durchlaufende Landschaftsteppich bot im Freiraumkonzept Raum für eine Vielzahl von Gemeinschaftseinrichtungen und wird heute von einem frei gruppierten Baumbestand geprägt. Besondere Prägnanz erhielt die Siedlung durch den Duktus der sich öffnenden Hoffolgen sowie durch die klar gegliederten Zeilen- und Kopfbauten. Bereits seit 2010 widmeten sich verschiedene Wettbewerbe und Vorstudien der Ideenfindung für eine energetische und konzeptionelle Erneuerung dieses Wohnungsbestandes.

Der ungewöhnliche Ansatz einer Teilsanierung der Siedlung basierte auf einer detaillierten Standortanalyse. Die Dominanz von Zwei- und Drei-Zimmer-Wohnungen innerhalb einer monostrukturellen Typologie, die prekäre Bausubstanz der Nachkriegsjahre, fehlende Barrierefreiheit sowie die problematische Situation des ruhenden Verkehrs im Straßenraum führten zu der Entscheidung, die vier nördlichen Zeilen im Bestand zu sanieren und die drei südlichen Zeilen durch Neubauten auf einer gemeinsamen Tiefgarage zu ersetzen.

Ab 2017 wurden auf dem Gelände durch die GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH drei Ersatzneubauten sowie die zugehörigen Freiraumelemente realisiert, die unter den Leitprinzipien der wassersensitiven Stadtgestaltung geplant und umgesetzt wurden. Die Planung erfolgte interdisziplinär durch ein Team aus Architekt:innen, Ingenieur:innen, Landschaftsarchitekt:innen und Hydrolog:innen.

DER NEUBAU

Dabei wurde das Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung der TU Darmstadt frühzeitig von der GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft in die Planung des nachhaltigen Sanierungskonzeptes eingebunden. Bereits zu Beginn der Grundlagenermittlung im Jahr 2017 stand fest, an diesem Standort ein Pilotprojekt der wassersensitiven Stadtentwicklung zu realisieren, um Hitzeschäden im bestehenden Landschaftsraum zu reduzieren und einen zentralen Quartierstreffpunkt zu schaffen.

Zu den expliziten Planungszielen zählten neben der Behebung der genannten Missstände insbesondere der behutsame Ersatz der abzubrechenden Zeilen, die Vermeidung von Gentrifizierung durch den Erhalt der Wohnungsanzahl im Quartier sowie der Schutz des prägenden, gemeinschaftlich genutzten Landschaftsraums. Dieser Übergang vom Bestand zu den Neubauten wurde im Entwurfsprozess konzeptionell aufgegriffen. Die Siedlung erfährt in Nord-Süd-Richtung eine architektonische Metamorphose: Zeilen, Kopfgebäude und Freiraumgestaltung verändern sich innerhalb des geplanten Ensembles. Gebäudestellung, Fassadengestaltung und Kubatur variieren, stets in Referenz zur historischen Planungsgrundlage. Erschließung, Grünflächenkomposition und Architektursprache orientieren sich dabei eng am Bestand der 1950er Jahre.

Auf der 8,5 Hektar großen Grundstücksfläche wurden insgesamt 115 Wohneinheiten in drei fünfgeschossigen Zeilen geplant und realisiert (ca. 13.500 m² BGF). Die beiden östlichen Gebäude umschließen dabei eine Teichanlage innerhalb eines gemeinsamen Gartenhofes. Die Wohnungsgrößen und der Wohnungsmix aus zehn Eineinhalbzimmer-, 32 Zweizimmer-, 52 Dreizimmer-, 16 Vierzimmer- und fünf Fünzimmerwohnungen entsprechen den Vorgaben des Wohnraumförderprogramms des Landes Baden-Württemberg. Sämtliche Wohnungen sind barrierefrei erschlossen. Die natürlich belichteten Treppenhäuser der Zeilen binden die Gebäude durchgängig an und verfügen über direkte Zugänge zum Innenhof.

Im Untergeschoss befindet sich eine Tiefgarage mit 91 Pkw-Stellplätzen (ca. 5.000 m² BGF) sowie weiteren 132 Fahrradstellplätzen, die direkt über eine Fahrradrampe von der Parkseite aus erreichbar sind. Eine zukünftige Reduzierung der Pkw-Stellplätze zugunsten des Radverkehrs ist vorgesehen. Zudem wurde eine leistungsfähige, elektrische Infrastruktur für Ladeeinrichtungen für Pkw und Fahrräder vorgerüstet.

Auf dem Flachdach des Untergeschosses wurde unter dem Leitgedanken der wassersensitiven Stadtgestaltung ein urbaner Freiraum mit hoher atmosphärischer Dichte als Treffpunkt für die Quartiersbewohnerinnen und -bewohner realisiert. Die naturnahe Beckenfolge dient dabei nicht nur als Wasserreservoir und Ökosystem, sondern fungiert zugleich als technische Schnittstelle, indem sie den gesammelten Niederschlag der Dachflächen mit dem Grauwasserüberschuss der Wohngebäude zusammenführt.

Die Becken bilden damit das Herzstück des integrierten Grauwasserrecyclings und des Regenwassermanagements und repräsentieren den dezentralen, wassersensitiven Ansatz der Freiraumgestaltung.

Die enge Verzahnung technischer Infrastruktur und Landschaftsarchitektur basiert dabei auf eigenen Vorarbeiten und Forschungserfahrungen an der Schnittstelle von Entwurf, Wasserwirtschaft und klimaresilienter Stadtentwicklung.

DAS FORSCHUNGSPROJEKT

Unter der Leitung des Fachgebiets Entwerfen und Stadtentwicklung der Technischen Universität Darmstadt, und mit Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt wurde im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung eine umfangreiche Begleitforschung durchgeführt. Neben Forschungspartnern aus Industrie und Wirtschaft war auch das Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover beteiligt.

Das Forschungsprojekt „Resource:Mannheim: Integrale Planung eines qualitativ wie quantitativ nachhaltigen Regen- und Grauwassermanagements am Beispiel des neuen Stadtquartiers ‚Am Aubuckel‘ in Mannheim“ basiert auf der Entwicklung innovativer urbaner Wasserkreisläufe.

Der zugehörige Forschungsauftrag umfasst dabei die wissenschaftliche Begleitung des Gesamtprojektes, insbesondere der Konzipierung der Wasserkreisläufe unter technischen,

sozialen und ökologischen Aspekten.

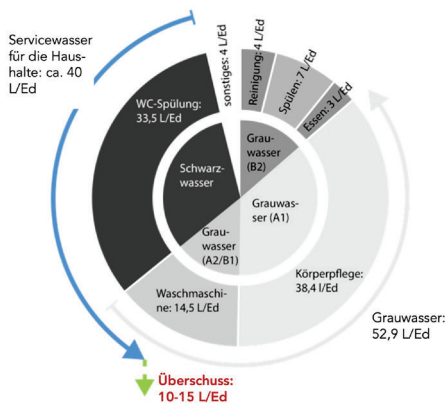
Ziel des Ansatzes ist eine möglichst hohe Wiederverwendung von Wasserressourcen, die Regeneration des lokalen Wasserhaushalts sowie die Implementierung eines adaptiven Hochwasserschutzes. Durch die Integration nachhaltiger Wasserkreisläufe in die Freiraumgestaltung werden zudem positive Effekte auf die Verlangsamung hydrologischer Prozesse sowie auf das lokale Mikroklima erzielt, wodurch die Grundlage für eine klimaresiliente Siedlungsentwicklung geschaffen wird.

Die Wohnanlage Am Aubuckel umfasst im südöstlichen Bereich drei Neubauten mit insgesamt 115 Wohneinheiten. Zwei der errichteten Zeilenbauten sind so angeordnet, dass ein nach Süden orientierter Innenhof entsteht.

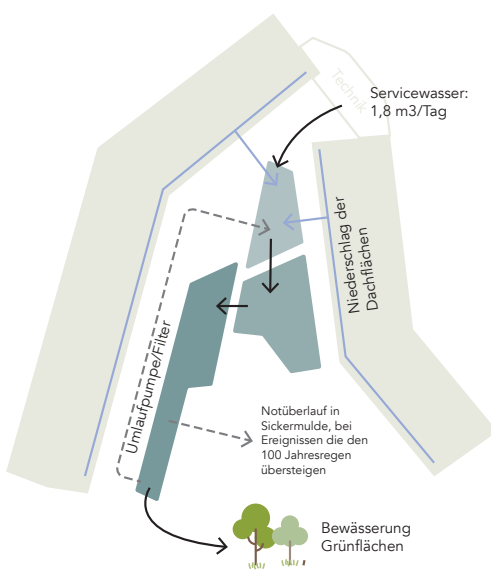
Das in diesen Gebäuden mit insgesamt 74 Wohnungen anfallende Grauwasser aus Duschen, Badewannen, Handwaschbecken und Waschmaschinen (Abwasserströme Typ A2 gemäß DWA-M 277) wird zunächst zentral im Kellergeschoss gesammelt und einer biologischen Vorreinigungsstufe zugeführt. In einem anschließenden Prozessschritt erfolgt die weitergehende Aufbereitung mittels Ultrafiltration und UV-Desinfektion. Der eingesetzte Membranbioreaktor (MBR) entspricht dem aktuellen Stand der Technik und zeichnet sich durch die innovative Adaption von Verfahren aus der Trinkwasseraufbereitung aus. Durch die Kombination aus biologischer Vorreinigung und anschließender Membranfiltration kann eine einwandfreie Wasserqualität für die Nutzung als Betriebswasser (nachfolgend Servicewasser), Nutzungsklasse C2 (vgl. DWA M-277) erreicht werden.

Für die Anwendung im Freiraum orientiert sich die Qualität des aufbereiteten Wassers an den Anforderungen der EU-Badewasserrichtlinie. Diese Grenzwerte können durch die eingesetzte Aufbereitungstechnologie im Regelbetrieb zuverlässig eingehalten und dauerhaft unterschritten werden.

Die eingesetzte Technologie prinzipiell auch die Behandlung und Nutzung von Schwarzwasser (Toilettenabwasser). In Abstimmung mit der Bauherrin, der GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH, wurde jedoch auf eine Einbindung dieses Abwasserstroms verzichtet und stattdessen eine direkte Ableitung in die Kanalisation vorgesehen, um die Akzeptanz und Verwendung des aufbereiteten Brauchwassers bei den Bewohnenden zu erhöhen. Darüber hinaus hätte die Nutzung von Schwarzwasser weiterhin komplexe Genehmigungsverfahren nach sich gezogen, sodass dies im



Aufteilung der täglichen Wasserverbräuche innerhalb eines Haushaltes, nach Litern/ Einwohner
Quelle: FG est, nach DWA 277



Schematische Darstellung des Servicewasserteilstroms, welches die Teichanlage durchquert.
Quelle: FG est/k1

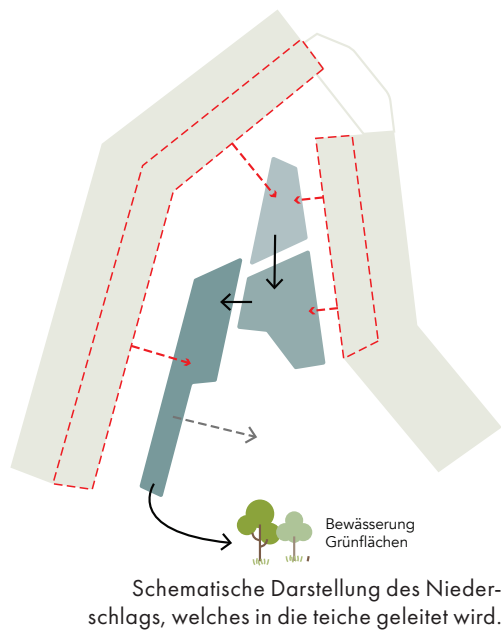
Rahmen von ReSource:Mannheim nicht verfolgt wurde.

Das Servicewasser wird aufgrund der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) in Verbindung mit dem Merkblatt DWA-M 277 (Planung, Auslegung sowie Bau und Betrieb von Grauwassernutzungsanlagen), dem Entwurf zur Euronorm DIN EN 16941-2 und der DIN EN 12056, über ein separates Leitungssystem zurück in die Wohnungen geführt. Dort kann es sowohl für die WC-Spülung als auch optional für die Befüllung der Waschmaschine eingesetzt werden. Die Mehrkosten für die technische Gebäudeausrüstung des Grau- und Betriebswassers wurde mit 352.298,63 EUR netto veranschlagt. Die Bewohnerinnen und Bewohner können aktiv ihren Trinkwasserbedarf reduzieren, indem sie das Servicewasser für die Waschmaschine nutzen. Die Wiederverwendung des aufbereiteten Grauwassers wird durch die GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH aktiv gefördert, indem lediglich eine geringe Nebenkostengebühr erhoben wird und zugleich die Abwassergebühr für das als Servicewasser genutzte Wasser entfällt.

In den 74 Wohneinheiten mit prognostizierten ca. 200 Bewohnenden ist von einem täglichen, spezifischen Pro-Kopf-Wasserbedarf von etwa 106 Litern (Körperpflege, Kochen etc.) auszugehen. Statistisch entfallen davon rund 59 Liter pro Person und Tag auf Nutzungen, die keine Trinkwasserqualität erfordern – insbesondere die Toilettenspülung (ca. 33,5 Liter) sowie die Waschmaschine (ca. 14,5 Liter). Diese Nutzungen können mit Servicewasser substituiert werden. Für das Quartier ergibt sich daraus ein potenzieller Servicewasserbedarf von etwa 8.000 Litern pro Tag.

Tatsächlich werden täglich bis zu 11.000 Liter Grauwasser aus Duschen, Handwaschbecken und Waschmaschinen gesammelt. Da jedoch der Teilstrom, der als Servicewasser zurück in die Wohnungen geführt wird, nur 8000 Liter/Tag benötigt, generierte die Anlage einen Überschuss – selbst unter Berücksichtigung von technischen Verlusten, resultierend aus den Filteranlagen i.H.v. 10% - von ca. 2500 – 3000 Liter/Tag.

Der Überschuss wird aus dem internen System ausgegliedert, und als weiterer Teilstrom in die zentrale Teichanlage im Freiraum geleitet. Dort sorgt er für einen dauerhaften Zufluss und bildet die Grundlage für die kontinuierliche Wasserführung der Becken, bzw. deren Nutzung als technisches Reservoir, ökologischer Lebensraum und Bewässerungsquelle für die angrenzenden Grünräume.



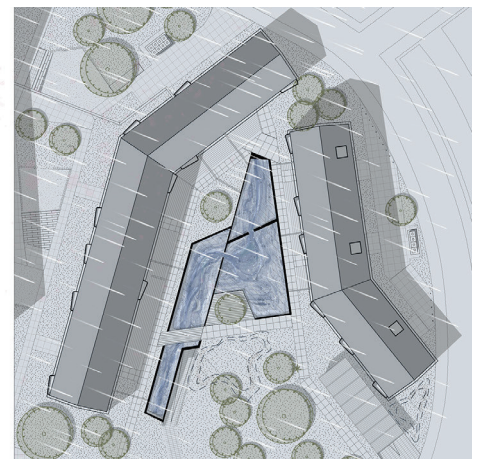
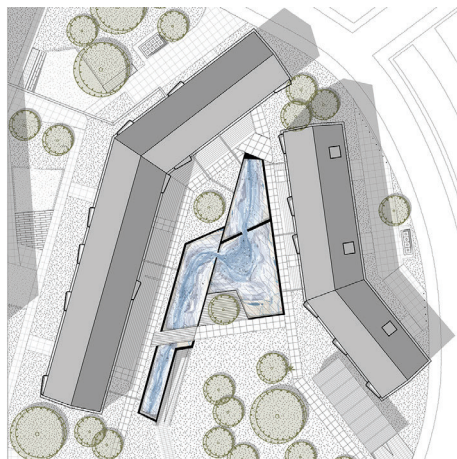
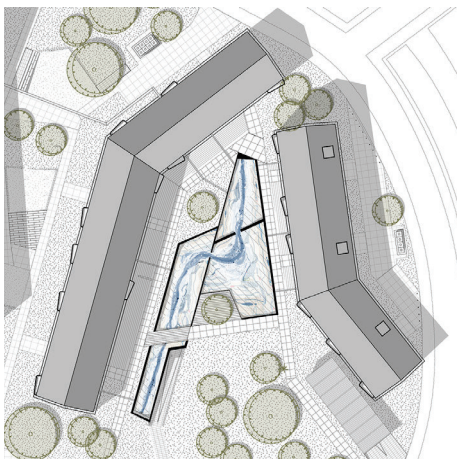
Quelle: FG est/k1

Neben dem kontinuierlichen Servicewasserteilstrom, der als Grundlast des Systems wirkt, wird witterungsabhängig auch der auf den Dachflächen anfallende Niederschlag in das Teichsystem eingeleitet. Auf diese Weise entsteht ein dynamischer Wasserhaushalt, der sowohl Trockenperioden während Trockenperioden funktioniert als auch Regenereignisse in den Betrieb integriert.

Die Teichanlage besteht aus drei kommunizierenden, kaskadierend angeordneten Wasserbecken, die eine gleichmäßige Durchströmung ermöglichen. Über die Überlaufschwellen erfolgt bei normalem oder erhöhtem Wasserstand eine natürliche Sauerstoffanreicherung des Gewässers. Die naturnah begrünten Becken fungieren zugleich als landschaftsarchitektonisches Zentrum des Quartiers (Abb. 3) und als Speichervolumen für die autarke Bewässerung der Grünflächen.

Die Uferbereiche sind so gestaltet, dass die Bepflanzung temporäre Wasserstandsschwankungen von bis zu zehn Zentimetern, etwa infolge von Trockenperioden oder eingeleitetem Niederschlag, problemlos tolerieren kann (Abb. 4).

Die Teichanlage verfügt über ein Regelvolumen von $138,5 \text{ m}^3$ und ist darüber hinaus in der Lage, entsprechend dem Abflussvolumen eines hundertjährigen Regenereignisses von den angeschlossenen Dachflächen ($R_{100,5}$) kurzzeitig zusätzliche 50 m^3 aufzunehmen. Dieses Zusatzvolumen wird aus Sicherheitsgründen (Einstauhöhe) nicht dauerhaft für die Flächenbewässerung vorgehalten, sondern im nicht unterbauten Bereich verzögert und über eine Muldenentwässerung dem lokalen Wasserhaushalt zugeleitet.



Schematische Darstellung des verschiedenen Füllstände:
Rinnsal (li.), Regelbetrieb (mi.), Maximalstand (re.)

Quelle: FG est

Zwei steuerbare Wehre, die eine hydraulische Trennung der drei Becken ermöglichen, werden über eine Füllstandssensorik geregelt. Sie sichern auch bei Niedrigwasserständen eine kontrollierte Zirkulation innerhalb des Systems. Die Steuerung der Wehre sowie die geregelte Wasserentnahme zu Beregnungszwecken tragen dazu bei, dass der Wasserstand auch über längere Zeiträume ohne Niederschlag kontrolliert und langsam absinkt.

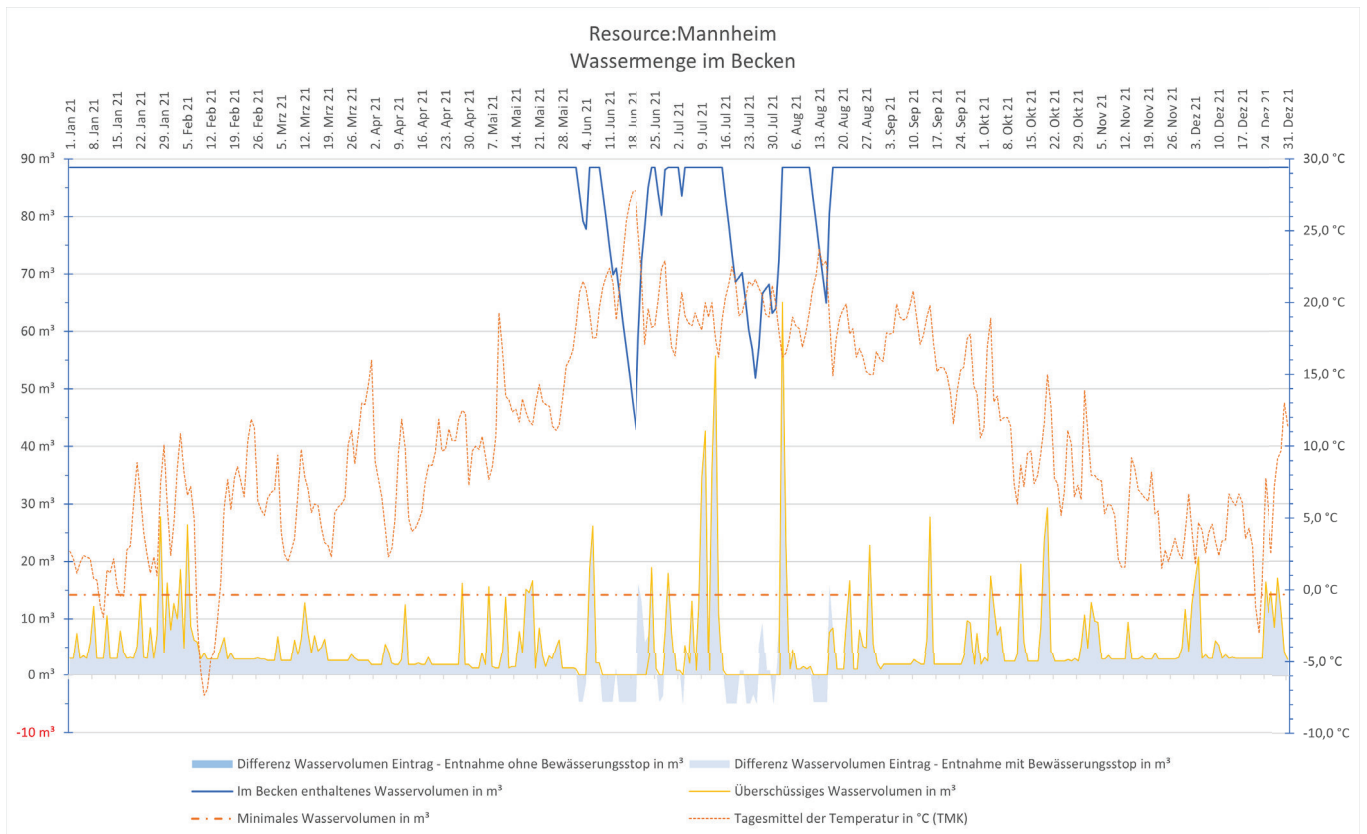
Obwohl dem System durch den täglichen Zufluss von Servicewasser eine Grundlast zugeführt wird, ist der Regelbetrieb in hohem Maße von zusätzlichen Niederschlagseinträgen abhängig. Bleiben diese aus, sinkt der Wasserstand schrittweise ab. Ursachen hierfür sind zum einen die Entnahme von Wasser zur Bewässerung, zum anderen die Verdunstung in die Atmosphäre, die mit etwa 1 bis 4 l/m² pro Tag angesetzt wird, was bei einer Fläche von ca. 4000 m², 400 bis 1600 Litern pro Tag entspricht.

Das System ist so ausgelegt, dass bei regulärer Wasserentnahme eine Bewässerung über einen Zeitraum von rund 28 Tagen möglich ist, bevor ein kritischer Mindestwasserstand erreicht wird. Damit kann die Grünanlage auch in heißen und trockenen Sommerperioden über bis zu fünf Wochen bewässert werden.

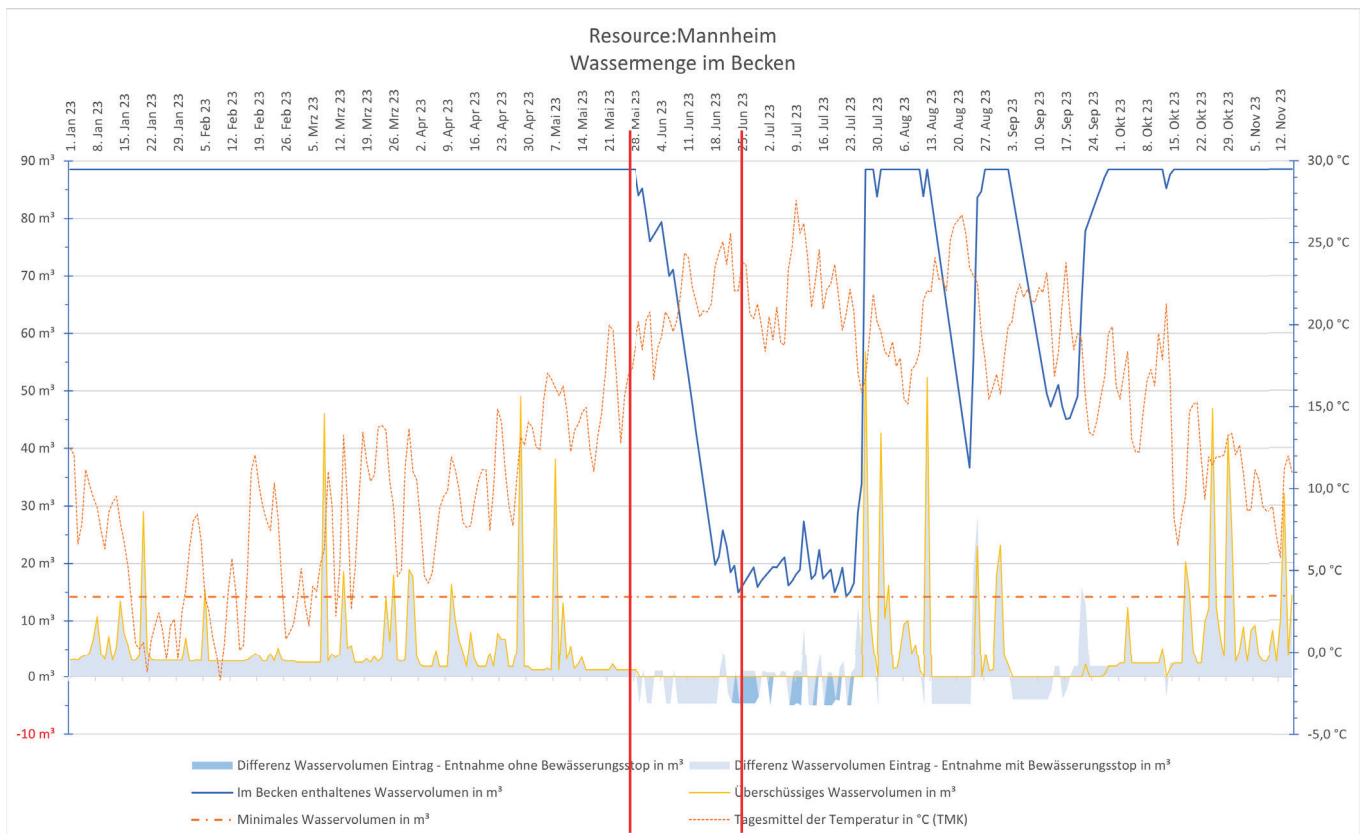
Bei einem Absinken des Wasserstandes auf das kritische Minimum bleibt die Aufenthaltsqualität der Anlage durch einen landschaftsarchitektonisch gestalteten Bachlauf innerhalb der Becken erhalten. Dieser Bachlauf entspricht einem Mindestwasserstand von 13 cm, und ist so konzipiert, dass er durch die Grundlast des Servicewasserzuflusses als Rinnsal alle drei Becken durchquert.

Der Bachlauf führt dabei bewusst durch tiefer angelegte Zonen innerhalb der Becken, um das verbleibende Wasser auch bei niedrigen Pegelständen räumlich zu verteilen. Ziel ist es, angrenzende Substrate und Pflanzbereiche kontinuierlich feucht zu halten und die Funktionsfähigkeit der Vegetationsflächen auch während längerer Trockenphasen zu unterstützen.

Eine begleitende Simulation mit den Wetterdaten der Jahre 2021 und 2023 hat gezeigt, dass das System unter Berücksichtigung von Verdunstung, Entnahme und Niederschlag, im Jahr 2021 problemlos im Regelbetrieb hätte funktionieren können. Im Jahr 2023 trat jedoch ab dem 28.05. eine längere Trockenperiode auf. In diesem Fall hätte das System die Bewässerung am 25.06. einstellen müssen, um den Mindestwasserstand nicht zu unterschreiten – nach 28 Tagen (vgl. Grafik).



Wassersatndsmodellierung für die Jahre 2021 (oben)
und 2023 (unten)
Quelle: FG est & IUP



28 Tage ohne
nennenswerten
Niederschlag

Das System stellt einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung dar: Der Trinkwasserbedarf der Haushalte kann durch die Nutzung des Servicewassers um mehr als 40 % reduziert werden.

Abbildung 3: Lageplan der Anlage bei Trockenheit im Regelbetrieb und Lageplan bei maximalem Wasserstand bei einem Starkregenereignis. Quelle: FG est.

Neben den technischen Funktionen im Sinne einer nachhaltigen Wasserkreislaufführung und eines integrativen Hochwasserschutzes verfolgt die Anlage auch soziale, kulturelle und ökologische Zielsetzungen und ist darauf ausgelegt, eine möglichst hohe Aufenthaltsqualität zu sichern. Sie ist so gestaltet, dass Wasser als prägendes Element in den Alltag der Bewohnerinnen und Bewohner integriert wird. Der direkte Kontakt mit den Wasserflächen und den erlebbaren jahreszeitlichen, oder witterungsbedingten Veränderungen des Teichökosystems soll die Akzeptanz technischer Wiederverwendungsprozesse fördern und zu Umweltbewusstsein und umweltgerechtes Handeln beitragen. Gleichzeitig unterstützt das System die lokale Biodiversität durch die Schaffung neuer Habitate und leistet durch Verdunstungseffekte einen Beitrag zur lokalen Mikroklimaregulation.

Das Projekt Resource:Mannheim verdeutlicht damit exemplarisch, wie technische Innovation, landschaftsarchitektonische Gestaltung und ökologische Resilienz im Sinne einer wassersensitiven Stadtentwicklung erfolgreich miteinander verbunden werden können.

Ein wichtiger soziokultureller Aspekt des Projektes Resource:Mannheim ist in der Selbstwirksamkeit, dem „Empowerment“ der Bewohnenden im Bestreben nach einer klimaresilienten Stadt zu sehen. Das realisierte Vorhaben zeigt einen kleinen Baustein auf dem Weg zu einem zukunftsfähigen Stadtquartier auf, gibt den Bürgern einfache Lösungsansätze für ein wassersensitives, biodiverses Quartier an die Hand und zeigt einen unmittelbaren gesellschaftlichen, atmosphärischen Mehrwert auf, der durch klimabewusstes Handeln zu generieren ist. Auch dieser Kontext aus überschaubarem Eingriff und unmittelbarem, positiven Effekt macht Resource:Mannheim zum wichtigen Leuchtturmprojekt, um Nachahmende in der Stadtgesellschaft zu ermutigen und Reproduzierbarkeit vergleichbarer Ansätze zu fördern.

GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH (Bauherrin)
 Gregor Kiefer, Geschäftsführung der GBG Sonderimmobilien
 Silvia Fellmann, Planung und Projektentwicklung der GBG
 Fabian Klefenz, Abteilungsleiter Gebäudetechnik der GBG

TU Darmstadt, Entwerfen und Stadtentwicklung
 Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff, Fachgebietsleitung
 Dr. Simon Gehrmann, Projektentwicklung und Koordination
 Dipl.-Ing. Frederik Helms, Projektentwicklung und Koordination

**PROJEKTPARTNER, PLANUNG
 RESOURCE: MANNHEIM**

Gräf Architekten, Kaiserlautern
 Dipl.-Ing. Frederik Helms, Projektentwicklung und Koordination

K1 Landschaftsarchitekten Kuhn Klapka GmbH, Berlin;
 Hochschule Erfurt
 Prof. Axel Klapka, Projektentwicklung

Kocks Consult GmbH, Koblenz
 Dr.-Ing. Weimin Shen, TGA Grauwasseraufbereitung
 Dipl.-Ing. Udo Jahn, TGA Grauwasseraufbereitung

Tectareal Solutions Rhein Neckar GmbH, Mannheim
 Torsten Diehl (aktuell TGA - Planung und Energieberatung
 Müsel & Diehl GmbH, Lampertheim), TGA-Planung

Leibniz Universität Hannover
 Institut für Umweltplanung IUP
 Prof. Dr.-Ing. Jochen Hack (aktuell: HS Darmstadt), Simulation
 M.Sc. Manuel Wesemann, Simulation

Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, Weilheim
 Dr. Lisa Wild, Product Manager Process Instrumentation
 Nicolas Kaltwasser, M.Sc., Application Engineer - Process Segment

Nach der durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Konzeptentwicklung und wissenschaftlichen Begleitung wurde für die Realisierung des Leuchtturmprojekts ein zusätzlicher Förderpartner gesucht, um die erhöhten Erstinvestitionen für die Bauherrin – die GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH – abzufedern. Ziel war es, die Investitionskosten so zu reduzieren, dass innerhalb des Quartiers ein möglichst hoher Anteil geförderter Wohnungen realisiert werden kann, im Kontext der Wasser Sensitiven Stadt.

ERWEITERTE FÖRDERUNG

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms am 04.04.2022 ein Antrag auf investive Förderung bei der KfW Bankengruppe eingereicht. Aufgrund des Bauzeitenplans zur Realisierung des Gesamtprojektes konnte fernmündlich bereits Anfang August 2022 in Erfahrung gebracht werden, dass seitens der KfW eine Förderung nicht in Aussicht gestellt werden könne. Mit Schreiben vom 27.09.2022 wurde das Anliegen offiziell negativ beschieden. Die Ablehnung seitens des UBA, bzw. der KfW Bankengruppe war maßgeblich inhaltlich in dem Punkt begründet, dass Anlagen zur Grauwasseraufbereitung mittlerweile als technisch ausgereift gelten.

Das Projektteam hat gegen diese Entscheidung Widerspruch eingelegt, und durfte das Projekt im Rahmen einer Wiedervorstellung am 2.02.2023 beim UBA persönlich vorstellen. Hier konnte das Projektteam jedoch verdeutlichen, dass ReSource:Mannheim nicht primär auf der Weiterentwicklung einzelner Technologien beruht, sondern auf der erstmaligen integrativen Verknüpfung von Grauwasserrecycling, Regenwassermanagement, Freiraumgestaltung und ökologischen sowie soziokulturellen Quartiersqualitäten. Diese systemische Innovation wurde seitens der Gutachterinnen und Gutachter grundsätzlich anerkannt.

Die Sachbearbeiterinnen und Gutachter des UBA revidierten ihre erste Einschätzung und kamen zu der Überzeugung, dass auch die erstmalige, innovative Verknüpfung bekannter Technologien förderfähig sei. Allerdings erfolge die Korrektur des Erstbescheids formal nicht rückwirkend, sondern mit Datum der Wiedervorstellung. Aufgrund dieser Formalität wurde die zwischenzeitlich erfolgte Auftragsvergabe der Bauherrin an den Generalunternehmer ARGE Adolf Damaschke Ring als förderschädlich eingestuft. Eine Förderung wurde somit ausgeschlossen.

Damit wurde deutlich, dass bestehende Förder- und Genehmigungsstrukturen bei neuartigen, integrierten Projekten häufig unflexibel sind und innovative Vorhaben nicht immer mit den zeitlichen Realitäten des Wohnungsbaus in Einklang gebracht werden können.

Gerade kommunale Wohnungsbaugesellschaften wie die GBG stehen unter einem öffentlichen Auftrag, dringend benötigten Wohnraum zügig zu schaffen. Die Umsetzung solcher Projekte erfordert daher oftmals frühzeitige Vergaben und verbindliche

Bauabläufe, die jedoch in klassischen Förderlogiken bereits als „Vorhabenbeginn“ gewertet werden. ReSource:Mannheim zeigt damit nicht nur technische und ökologische Innovationspotenziale, sondern auch, dass es künftig angepassterer Rahmenbedingungen bedarf, um wassersensitive und klimaresiliente Quartierslösungen systematisch in die Praxis zu überführen.

**PROJEKTBETEILIGTE, REALISIERUNG
RESOURCE:MANNHEIM**

Generalunternehmer:

ARGE Adolf Damaschke Ring
Implenia Hochbau GmbH /Heberger Hoch-, Tief- und
Ingenieurbau GmbH
vertreten durch Implenla Hochbau GmbH

Projektleitung TGA:

Heberger Hoch-, Tief- und Ingenieurbau

Generalplanung:

Julius Berger International GmbH

Außenanlagenplanung:

gornik denkmal landschaftsarchitektur

Prüfstatik:

Ingenieurbüro Bräuer + Späth

Brandschutz:

Balles Fire Security Management GmbH

Bauphysik

Ingenieurbüro Langner

ZEITLICHER ABLAUF, ÜBERSICHT PRO- JEKTENTWICKLUNG

2009 / 2010

Projektarbeit am Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung der TU Darmstadt mit dem Ziel neuer energetischer Konzepte für die Siedlung am „Aubuckel“

ab 2017

Planung und Entwicklung von Grau- und Regenwassermanagementkonzepten im Rahmen einer Wassersensitiven Stadtgestaltung an vorg. Fachgebiet

ab 2019

Projektentwicklung und Definition erster Forschungsziele in Kooperation mit der GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH

10 / 2021

Bauantrag über den Neubau von drei Mehrfamilienhäusern (einschl. TG) /am Adolf-Damaschke-Ring, Haus-Nr.: 29 – 45

11 / 2021

Stellung des Vollertrages „Integrale Planung eines qualitativ wie quantitativ nachhaltigen Regen- und Grauwassermanagements am Beispiel des neuen Stadtquartiers „Aubuckel“ in Mannheim“, kurz „ReSource:Mannheim“ bei der dbu

12 / 2021

Genehmigung des Forschungsantrages „ReSource:Mannheim“ durch die dbu

02 / 2022

Ausgabe der funktionalen Leistungsbeschreibung und Einholung von Angeboten der Generalunternehmer

06 / 2022

Vorstellung des Projektes am Messestand der dbu, auf der IFAT (Weltleitmesse für Umwelttechnologie), München

08 / 2022

Vergabe der Leistungen und Übergabe der FLB, sowie der Leitdetails an den Generalunternehmer ARGE Adolf Damaschke Ring: Implenia Hochbau GmbH /Heberger Hoch-, Tief- und Ingenieurbau GmbH

12 / 2022

Erläuterung und Übergabe der Planung und Funktionsschemas an den Generalunternehmer

04 / 2023

Ausstellung und Vortrag im Rahmen der BuGa, Mannheim

05 / 2023

Diskussionsvorschläge und Empfehlungen zu Mess- und Regeltechnik,
sowie zu Grenzwerten durch die TUD („Lasten-, Pflichtenheft“)

06 / 2024

Vorstellung des Projektes im Rahmen der Woche der Umwelt,
Schloss Bellevue, Berlin

06 / 2024

Richtfest der Neubauten am Adolf-Damaschke-Ring, Mannheim

03 / 2025

Vorstellung von Xylem als Partner für die Messtechnik und
Diskussion der Regelparameter

06 / 2025

Einweihung der fertiggestellten Wohnanlage

08 / 2025

Projektbegehung mit Vertretern der dbu

ab 04 / 2026

Voraussichtlicher Beginn der Monitoringphase

RECHTLICHER RAHMEN PLANUNGSPROZESS UND UMSETZUNG

Für die Planung und Umsetzung des Projekts war im Vorfeld eine enge rechtliche und organisatorische Abstimmung mit den zuständigen Fachbehörden und institutionellen Akteuren erforderlich. Diese Abstimmungsprozesse waren dabei nicht nur Voraussetzung für die Projektrealisierung, sondern wurden zugleich als methodischer Bestandteil des Forschungsvorhabens verstanden und reflektiert. Insbesondere im Kontext der Quartiersplanung und der umweltrechtlichen Anforderungen zeigte sich, dass die frühzeitige Einbindung der verschiedenen Ebenen und Ansprechpartner:innen seitens der Stadt Mannheim entscheidend für die Umsetzbarkeit des Vorhabens war. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse zu Zuständigkeiten, Entscheidungswegen und Abstimmungsprozessen sind über den konkreten Projektkontext bieten eine Grundlage für vergleichbare Neuentwicklungen in anderen kommunalen Kontexten

RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DIE QUARTIERSPLANUNG

Gestaltungsbeirat, Fachbereich Stadtplanung

Aufgrund der städtebaulichen Bedeutung der Siedlung am Aubuckel für den Stadtteil Feudenheim wurde das Projekt im Gestaltungsbeirat der Stadt Mannheim vorgestellt und fachlich begleitet. In mehreren Sitzungen wurden die zentralen Planungsziele diskutiert und gewürdigt, darunter die energetische und klimatische Optimierung des Quartiers, die Neuordnung der Freiräume, die Schaffung barrierefreier Wohnungen sowie die Weiterentwicklung von Wohnungsmix und Typologie.

Besonders positiv hervorgehoben wurde das landschaftsplanerische Konzept eines quartiersübergreifenden Wege- und Biodiversitätsbandes, das auch den Baustein des wassersensitiven Grau- und Regenwassermanagements integriert. Damit wurde die Verbindung von städtebaulicher Erneuerung und klimaresilienter Freiraumentwicklung ausdrücklich begrüßt.

Im Rahmen der Überarbeitung wurden zudem Hinweise zur

Erschließung, zur Anleiterbarkeit und zur Feuerwehruzufahrt gegeben. Auch Fragen der Dachgestaltung und der Einbindung neuer Baukörper in den städtebaulichen Kontext des Bestands spielten eine zentrale Rolle. Einzelne Varianten, etwa die Positionierung von Tiefgaragenzufahrten oder ergänzender Quartiersgaragen, wurden aufgrund genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen verworfen.

In einem frühen Entwurf war außerdem vorgesehen, im Norden der Zeilenbebauung einen halböffentlichen Quartierstreffpunkt in Form eines kleinen Cafés zu schaffen. Dieser Vorschlag wurde jedoch durch den Gestaltungsbeirat nicht weiterverfolgt. Aus städtebaulicher und sozialräumlicher Perspektive stellt der Verzicht auf einen solchen Aufenthaltsbereich einen Verlust für die Quartiersentwicklung dar, da ein identitätsstiftender Ort der Begegnung im Innenhof entfällt. Zudem erfüllte der Bereich ursprünglich auch eine funktionale Rolle als Zugangskontrolle im Übergang zwischen den östlichen Zeilen. Ohne diese räumliche Akzentuierung wird eine informelle Durchwegung der Anlage als wahrscheinlicher eingeschätzt.

In einer späteren Sitzung wurde eine stärkere Gliederung der Baukörperstruktur empfohlen, um die städtebauliche Klarheit zu erhöhen. Gleichzeitig wurde diskutiert, welche Auswirkungen solche Anpassungen auf halböffentliche Aufenthaltsbereiche und die Entwicklung des Innenhofs als Ort der Begegnung haben könnten. Die Begleitung durch den Gestaltungsbeirat verdeutlicht, dass das Projekt nicht nur technisch, sondern auch städtebaulich, sozialräumlich und rechtlich intensiv eingeordnet und weiterentwickelt wurde.

FB 61 Geoinformation und Stadtplanung

Städtische Entwicklung und Erneuerung

Im Zuge der Vorentwurfsplanung wurde in Aussicht gestellt, den Kreuzungs-bereich der Andersenstraße / Adolf-Damaschke-Ring verkehrstechnisch zu beruhigen.

In der Realisierung einer Fußgängerzone im Nordosten des Areals sah die Stadtplanung ein Instrument, um eine Weiterentwicklung des Feudenheimer Quartiers auch im Bereich der bestehenden Nahwärmeversorgung und Waschhauses, sowie des benachbarten Garagenhofes zu initiieren. Aufgrund der Änderungswünsche des Gestaltungsbeirats wurden diese Ziele seitens des FB 61 jedoch verworfen.

FB 60 Baurecht, Bauverwaltung und Denkmalschutz

allgemeine Bauberatung, Bearbeitung und Genehmigung von

Bauanträgen

Im Zuge des Neubaus wurde für die 114 Wohneinheiten ein Stellplatzschlüssel von 1,0 durch die Bauordnungsbehörde Mannheim festgelegt. In der Vorentwurfsphase war ein Parkhaus im Nord-Westen des Quartiers Bestandteil der Planung. Das Gebäude sollte über eine intensive, fassaden- und bodengestützte Begrünung in den Freiraum der Wohnanlage eingebunden werden und eine multi-funktionale Nutzung erhalten. So sollte der Bau im Süden des Hochpunktes des ehemaligen Ledigenwohnheims eine Fahrradwerkstatt integrieren, zudem Kletter-möglichkeiten, sowie einen Treffpunkt anbieten oder als Packstation fungieren. In Abstimmung wurde jedoch auf das Parkhaus verzichtet, um eine Genehmigung nach BGB §§34 zu ermöglichen und auf eine Bebauungsplanänderung zu verzichten. Demzufolge wurden 92 PKW-Stellplätze in der Tiefgarage der Neubauten nachgewiesen, 22 weitere mittels Baulast im Quartiersparkhaus Spinelli-Süd.

FB 25 Bau und Immobilienmanagement

Wie bereits beschrieben war in der Entwurfsphase vorgesehen, den Wasserlauf entlang des gesamten Fußwegs im Südwesten der Anlage bis zum Eingang der Bundesgartenschau zu realisieren, um so die hitzegeschädigte Grünanlage vollständig bewässern und den Freiraum aufwerten zu können. Zu diesem Zwecke sollte die Wassermenge im System durch den Anschluss der Dachflächen sämtlicher Bestandszeilenbauten erhöht werden. Auch sollten eine Spiellandschaft, sowie ein Biodiversitätsstreifen als lineare Elemente entlang der fußläufigen Erschließung realisiert werden. Der Fachbereich 25 zeigte sich im Entwurfsprozess zuständig für den An- und Verkauf öffentlicher Grundstücke, die Planung und den Bau, die Bewirtschaftung und Unterhaltung, sowie für den kompletten Lebenszyklus von Brunnen oder Wasserspielen.

Der Entwurf in seiner gesamten, quartiersübergreifenden Ausdehnung konnte leider nicht umgesetzt werden, da die Stadt Mannheim einen Grundstückserwerb der Parkanlage durch die hundertprozentige städtische Tochtergesellschaft der GBG als zwingende Grundlage sah, um den freiraumplanerischen Eingriff zu ermöglichen und den Unterhalt der Anlage durch die GBG sicherzustellen. Die Planung musste somit auf die Grundstücke der GBG beschränkt werden.

FB 76 Stadtraumservice, Grünflächenunterhalt

Seitens des Eigenbetriebs 76 wurde betont, dass eine Bewässerung des historischen Baumbestandes auf den öffentlichen Freiflächen angesichts der fortschreitenden Hitzeschäden erwünscht ist. Die

Wartung und der Unterhalt der Anlage, bzw. Anlagentechnik, sowie des Bewässerungssystems hat jedoch durch die GBG zu erfolgen. Die Inanspruchnahme der städtischen Flächen für das Bewässerungssystem wäre mittels eines Gestattungsvertrags zu regeln.

Des weiteren konnte die mögliche Ausgestaltung des Bachlaufs sowie der erforderliche Pflegeaufwand für den Biodiversitätsstreifen und eine wegebegleitende Anordnung der Spielgeräte erörtert werden. Aufgrund der bis zu einer Mindestdiefe von 12m dokumentierten, vorherrschenden sandigen Bodenverhältnisse im Baufeld wurde eine Untermischung von Bentonit unter die Sedimente zur Wasserführung diskutiert. Aufgrund einer fehlenden Einigung über den Grundstückserwerb musste das Konzept auf die Eigenflächen der GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH beschränkt werden.

FB 58 Jugendamt und Gesundheitsamt, Gesundheitsschutz

Der FB58 verdeutlichte, dass er grundsätzlich für die Flächen auf dem Grundstück der GBG eigentlich keine Zuständigkeit besitze, da die Teichanlage nicht als Spielbereich ausgewiesen sei. Im Zuge der Prüfung konnte jedoch bestätigt werden, dass für das Servicewasser in der Teichanlage die EU-Badewasserrichtlinie als Gütekriterium bindend ist. Auf eine Chlorierung des internen Kreislaufes kann deshalb verzichtet werden. Eine regelmäßige Beprobung, bzw. Überprüfung des Servicewassers ist jedoch zur Qualitäts-sicherung erforderlich. Eine z.B. farbliche Kennzeichnung des Servicewassernetzes ist erforderlich. Zudem sind diese Leitungen mit der Aufschrift „kein Trinkwasser“ zu versehen. Nicht genutzte Servicewasserentnahmestellen sollen technisch einen irrtümlichen Fehlanschluss ausschließen.

FB 67 Klima, Natur, Umwelt, Untere Naturschutzbehörde

Einer dauerhaften Versickerung des Servicewassers konnte seitens des Eigenbetriebs 67 angesichts der minimalen Salzkonzentration (Grenzwert nach 25 Jahren unter 10mg Chlorid pro 100mg Boden) des Grau-, bzw. Servicewassers zugestimmt werden. Um den Salzgehalt auf den Versickerungsflächen nicht zu erhöhen, wurde seitens der GBG zugestimmt, die Wege im Winter nicht mittels Streusalzes von Glatteis zu befreien. Eine in Erwägung gezogene Installation des Bewässerungsnetzes auf den öffentlichen Freiflächen hätte den Wurzelraum der Bestandsbäume nicht beschädigen dürfen. FB 67 betonte die Wichtigkeit einer dauerhaften Überprüfung der Wasserqualitäten.

FB I Eigenbetrieb 69, Stadtentwässerung

Sammlung, Ableitung und Behandlung (Reinigung) des Abwassers und Regenwassers,

Herstellung, Betrieb und Unterhaltung der öffentlichen Kanäle, Rückhaltebecken, Pumpwerke, Regenwasser- und Abwasserbehandlungsanlagen

Mit der Stadtentwässerung konnte die Einhaltung der Abwasserbeseitigungspflicht und die

Rückhaltung der Grau- und Regenwassermengen aus dem lokalen Kanalnetz, sowie der Kläranlage erörtert werden.

Es zeigte sich, dass am Aubuckel eine Einleitung zur Durchspülung der Infrastruktur nicht erforderlich ist, sondern dauerhafte Entlastungen des öffentlichen Kanalnetzes durch die Stadtentwässerung ausdrücklich begrüßt werden. Dies gilt demzufolge insbesondere auch für die Rückhaltung von Starkregenereignissen auf privaten Grundstücken.

MVV Energie AG

u.a. Trinkwasserversorgung Mannheims

Die MVV Energie AG stellt die Trinkwasserversorgung in Mannheim sicher. Im Zuge der Planung waren chemische Parameter der Qualität zu klären. Das Grundwasser für die Trinkwassergewinnung wird ausschließlich in den drei Wasserwerken Käfertal, Rheinau und Schwetzingen Hardt gewonnen.

Permanent aktuelle Trinkwasseranalysen des Gesundheitsamtes können über die Homepage <https://www.mvv.de/wasser/wasserqualitaet> eingesehen werden.

GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH, Bauherrin

In der Phase vor Beginn der eigentlichen Planung sowie während der Konzeptentwicklung fanden zahlreiche Abstimmungstermine zwischen der GBG und dem Projektteam statt. In diesem kooperativen Prozess konnten die formulierten Forschungsziele schrittweise mit der strategischen und unternehmerischen Ausrichtung der GBG in Einklang gebracht werden.

Dabei wurden die Interessen der Bauherrin, einerseits eine möglichst geringe Investitionshöhe, andererseits ein kosten- und wartungsarmer sowie langfristig zuverlässiger Betrieb, integraler Bestandteil der gemeinsamen Konzeptentwicklung.

Parallel dazu wurden in enger Abstimmung interne organisatorische Abläufe, wie Abrechnungsmodalitäten und

Zuständigkeitsfragen, ebenso wie versicherungsrechtliche und rechtliche Rahmenbedingungen geklärt und in die Planung integriert.

Aufgrund der Gebäudegeometrie wurde in den weiteren Bearbeitungsschritten auch die Idee verworfen, sämtliche Regenfallrohre der zwei östlichen Neubauten an die Filtertechnik anzuschließen, um den Teichen den Niederschlag gereinigt zuzuführen. Die Leitungsstrecken ermöglichten keinen Anschluss im Freispiegelverfahren. Zudem sollte auf die Installation zusätzlicher Pumpen aufgrund der Wartungsintensität, sowie aus kosten-technischen Gründen verzichtet werden. In der Überarbeitung erfolgte ausschließlich ein Anschluss der hofseitigen Dachflächen an das Teichsystem. Die abgewandten, westlichen Fallrohre des mittleren Neubaus werden einer Vorlage zugeführt, die über eine Doppelpumpe in das Regenwassermanagement bei Wasserknappheit eingespeist werden können. Bedingt durch die vorgenommenen Änderungen mussten in der Folge insbesondere zwei Aspekte in der Planung Berücksichtigung finden.

Die Reduktion der angeschlossenen Wasserströme bedingt ein Abweichen von einer anfänglich angestrebten Wassertiefe von 80 cm in den Teichen. Die geringeren Einstauhöhen in den Becken und die damit verbundene Reduktion der thermischen Masse korrelieren mit inkonstanten, schnell wechselnden Wassertemperaturen. Einerseits muss deshalb durch Einsatz von Mess- und Regeltechnik die Sauerstoffsättigung in den Teichen engmaschig überwacht und gegebenenfalls z.B. durch zusätzliche Belüftung (Wasserspiel) angereichert werden, andererseits sind geringere adiabate Kühleffekte im Innenhof zu tolerieren.

Die Reduzierung der Wassertiefen in den Becken trägt jedoch auch Sicherheitsaspekten Rechenschaft. Auf eine Umzäunung der Freianlage sollte zwingend verzichtet werden, um den geplanten offenen Kontaktraum am und mit dem Wasser umzusetzen und eine Quartiersmitte als sozialen Treffpunkt zu etablieren. Auch wenn das Betreten der Wasserflächen grundsätzlich verboten ist und zahlreiche Beschilderungen den Bewohnenden und Besuchern den korrekten Umgang nahebringen, minimieren auch die Leitdetails der Außenanlage das Risiko des Ertrinkens. Nach Schweizer Modell wurden die faktisch zugänglichen Becken mit einem abgestuften Randbereich realisiert. Die stark bepflanzte Uferzone weist eine Stufenbreite von einem Meter bei einer maximalen Wassertiefe von 20 cm auf. Eine maximale Einstauhöhe von 40 cm in den Becken wird nicht überschritten.

WASSERRECHT UND UMWELTAUFLAGEN

Die direkte Einleitung des Regenwassers in das Teichsystem machte zudem eine weitere Abstimmung mit der Bauherrin unumgänglich. Aufgrund fehlender einschlägiger Vorschriften oder Regelwerke war im Vorfeld gemeinsam durch die GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH als Bauherrin und das Projektteam zu klären, welche konstanten Wasserqualitäten in den Becken zu erreichen sind. Einige Kennwerte konnten dennoch nach aktuellem Stand der Forschung herangezogen werden

Durch die ungefilterte Einleitung des Regenwassers gelangt ein erhöhter Phosphatgehalt in das Teichsystem. Dieser Eintrag resultiert nicht vorrangig aus dem Niederschlag selbst, sondern aus dem sogenannten „first flush“, dem Abschwemmen von Staub, Vogelkot, Blütenpollen und weiterem organischen Material von den Dachflächen durch Niederschlag. Insbesondere Starkregen transportiert nicht ausschließlich gelöste, sondern auch ungelöste Stoffe in die Becken und trägt so zur Eutrophierung des Gewässers bei. Als repräsentative Konzentrationen des Dachflächenabflusses können angesichts der verbauten In-Dach-PV-Anlage (äquivalent zu Glas) mittlere Nährstoffparameter für Pges 0,22 mg/l, NH₄ von 3,39 mg/l und NO₃ von 2,78 mg/l angenommen werden. Der pH-Wert des Dachflächenabflusses liegt prognostiziert bei 5,7. Die elektrische Leitfähigkeit ist mit 141 uS/cm anzusetzen. Als repräsentativer Nachweis der Hauptionen kann ein SO₄ - Wert von 46,71 mg/l dienen. Das Schwermetall Ni liegt bei 4 µg/l.

Die direkte Einleitung des Regenwassers in das Teichsystem machte zudem eine weitere Abstimmung mit der Bauherrin unumgänglich. Es war aufgrund fehlender Vorschriften oder Regelwerke im Vorfeld zu klären, welche konstanten Wasserqualitäten in den Becken zu erzielen waren. Einige Kennwerte konnten dennoch nach aktuellem Stand der Forschung herangezogen werden.

**RELEVANTE REGELWERKE,
STAND DER TECHNIK**

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) regelt Anforderungen zur Sicherung der Trinkwasserqualität und untersagt generell, unabhängig von Reinheit und Klärung die Wiedereinspeisung von aufbereitetem Abwasser in die Trinkwassernetze.

Seit 2001 wurden jedoch in der TrinkwV die Grenzwerte für Phosphat (ehem. 6,7 mg/l) aufgehoben. Seitdem existieren keine verbindlichen Maximalvorgaben.

Das Merkblatt DWA-M 277 „Hinweise zur Auslegung von Anlagen zur Behandlung und Nutzung von Grauwasser und Grauwasserteilströmen“ schafft in Verbindung mit der DIN 4046 eine qualitative Bewertungsgrundlage für das Service-, oder Betriebswasser.

Das Arbeitsblatt DWA-A 138-1 (aktuell: 10/2024) „Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb“ widmet sich Regenabflüssen aus Siedlungsgebieten, bzw. der Versickerung von verunreinigungsfreiem Niederschlagswasser zwecks gezielter Stabilisierung des lokalen Boden-Grundwasser-Systems.

Die Arbeits- und Merkblätter DWA-A 102 und DWA-A 117 besaßen aufgrund der Fokussierung auf die Einleitung von Regenwetterabflüssen in Oberflächengewässer nur bedingt Regelwirksamkeit.

Zwar fungiert das Teichsystem formal nicht als Spielraum, offeriert aber eine potentielle Nutzung durch Kinder. Deshalb gibt auch die DIN 18034-1:2020-10 - Spielplätze und Freiräume zum Spielen - Teil 1: Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb einen juristischen Rahmen für die Becken und Wasserqualitäten vor.

Die Badegewässerverordnung (BadegVO) Baden-Württemberg definiert Parameter, bzw. Rahmenbedingungen bezüglich der Überwachung, Bewertung und der Bewirtschaftung der Badegewässerqualität. Im Fokus der Verordnung steht dabei insbesondere der Gesundheitsschutz, weshalb die hygienische und mikrobiologische Kontrolle eine zentrale Rolle spielt. Hierzu zählen unter anderem Untersuchungen auf relevante Indikatororganismen wie *Escherichia coli*, intestinale Enterokokken sowie weitere potenziell übertragbare Krankheitserreger, etwa Legionellen.

Die Definition der Anforderungen an die Wasserqualitäten in den künstlichen, doch naturnahen, technisch engmaschig überwachten und mit Regelinstrumenten (z.B. Belüftung)

versehenen Teichen fällt aufgrund des Mischwasserstroms, bestehend aus aufbereitetem Grau- und Regenwasser, schwerer. Aufenthalt und Kinderspiel sind in den Becken zwar untersagt, der Kontakt mit dem Wasser ist grundsätzlich jedoch möglich und (vom Beckenrand) sogar gewünscht. Auch wenn es sich bei der Teichanlage im rechtlichen Sinne nicht um ein Badegewässer nach BadegVO handelt, zog aus vorgenannten Gründen die Bauherrin anfänglich in Betracht, die Richtlinie der Forschungsgesellschaft Landschafts-entwicklung Landschaftsbau e.V. für Planung, Bau und Instandhaltung von privaten Schwimm- und Badeteichen, bzw. die DIN EN 16713-1:2016-08, Schwimmbäder für private Nutzung- Wassersysteme- Teil 1: Filtrationssysteme- Anforderungen und Prüfverfahren, dem Bauvorhaben zugrunde zu legen.

Bauherrin und Projektteam erarbeiteten im gemeinsamen Austausch, dass es sich bei der Beckenanlage aufgrund zahlreicher Kriterien nicht um ein natürliches Badegewässer, sondern um ein naturnahes, aber regel- und messtechnisch basiertes, technisch gefasstes Ökosystem handelt. In den Becken kommt es im Gegensatz zu einem natürlichen Badegewässer nicht zu einem zusätzlichen, erhöhten Phosphateintrag durch z.B. Fischbestand, oder aber nutzungsbedingte Einträge wie Schweiß oder Sonnencreme.

Zudem minimiert die regelmäßige gärtnerische Pflege den Laubeintrag. Auch eine Nachspeisung mittels Trinkwassers ist im Konzept nicht vorgesehen. Die permanente Durchströmung der Teiche ermöglicht im Rücklauf eine bedarfsorientierte technische Filterung (gem. Konzeption durch einen Sandfilter). Die Mess- und Regeltechnik ermöglicht die dauerhafte Überwachung in kurzzeitigen Intervallen, sowie eine unmittelbare Reaktionskette bei ersten Indikatoren einer Eutrophierung des Gewässers.

Eine Beurteilung des Teichsystems nach FLL-Richtlinie für Schwimm- und Badeteiche würde deutliche strengere Anforderungen an die Wasserqualität stellen. Des Weiteren wäre eine vorgeschaltete Filtrierung des Dachflächenniederschlags zwingend erforderlich gewesen. Nach FLL-Richtlinie beträgt der maximale PO_4 – Grenzwert $0,035 \text{ mg/l}$. Dieser Wert entspricht sehr niedrigen Konzentrationen, die in einem urbanen System eher ungewöhnlich sind. Der Wert ist bei direkter Einleitung des Regenwassers von den Dachflächen (oder aber auch bei einer ungeplanten Nachspeisung mittels Trink-/Leitungswassers) nicht regelmäßig einzuhalten.

Wichtig ist es jedoch zu betonen, dass bei der Planung und Bewertung der Teichanlage zahlreiche bestehende Regelwerke

und Richtlinien herangezogen wurden, um Anforderungen an Wasserqualität, Betriebssicherheit und ökologische Gestaltung einzuordnen. Diese Dokumente erlauben Rückschlüsse auf unterschiedliche Gewässertypen -etwa Badegewässer, Schwimmteiche oder naturnah gestaltete Wasseranlagen - können jedoch nicht als vollständige, unmittelbar übertragbare Grundlage dienen. Für integrierte, Systeme wie Resource:Mannheim, in denen Grauwasserüberschüsse, Regenwasserbewirtschaftung, Freiraumgestaltung und Ökosystementwicklung zusammengeführt werden, existieren bislang keine Regelwerke, die eine eins-zu-eins-Vergleichbarkeit ermöglichen. Die Teichanlage bewegt sich damit bewusst an der Schnittstelle zwischen technischer Infrastruktur und urbanem Naturraum und erfordert eine integrative, projektspezifische Betrachtung.

FUNKTIONALE LEISTUNGSBESCHREIBUNG

Die Ausschreibung und Vergabe der technischen Installationen durch die GBG erfolgte auf Grundlage einer funktionalen Leistungsbeschreibung (FLB). Diese konnte auf Basis der Baueingabeplanung sowie ausgewählter Leitdetails erstellt werden. Die Ausführungs- und Werkplanung oblag im weiteren Verlauf jedoch dem beauftragten Generalunternehmer.

Bei der Umsetzung und Realisierung durch die Arge kam es zu weiteren Nachfragen, bei denen von Seiten der TU Da auf die Bedeutung der Regel- und Messtechnik hingewiesen wurden und unterschiedliche Lösungen diskutiert wurden.

Die Kocks Consult GmbH (Koblenz) und die Tectareal Solutions Rhein-Neckar GmbH (Mannheim) erarbeiteten ein detailliertes Leistungsverzeichnis für das Grau- und Regenwassermanagement, das über eine rein funktionale Beschreibung hinausging. Ziel war es, dem Auftragnehmer bereits im Rahmen der Angebotsabgabe einen möglichst präzisen Eindruck des technischen Umfangs sowie der erforderlichen Fachplanung zu vermitteln.

Die erstellten Unterlagen konnten einschließlich der Plangrundlagen in die Generalunternehmerausschreibung „Neubebauung Adolf-Damaschke-Ring 29–45, 114 Wohneinheiten mit Tiefgarage“ als Teilleistung integriert werden.

Die der Grauwasseranlage zugrunde liegende funktionale Leistungsbeschreibung ist dem Bericht als Anlage beigelegt.

TECHNISCHE GRUNDLAGE FÜR DAS ÖKOSystem

Die Teichanlage in ReSource:Mannheim stellt ein naturnah gestaltetes, zugleich jedoch technisch gefasstes und unterstütztes Gewässersystem dar. Aufgrund dieser hybriden Charakteristik reicht die Expertise eines klassischen Teichbauers für Planung, Umsetzung und langfristigen Betrieb nicht aus. Vielmehr erfordert ein solches System eine begleitende interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Landschaftsarchitektur, Wassertechnik sowie Gewässerökologie und Limnologie.

Insbesondere bei neuartigen Anlagen, in denen technische Wasserkreisläufe unmittelbar mit einem ökologischen Freiraumsystem gekoppelt werden, müssen biologische Prozesse, Wasserqualitäten und hydraulische Dynamiken gemeinsam betrachtet werden. Während der Konzeption wurde aus wirtschaftlichen Gründen auf die Erstellung eines digitalen Zwillings verzichtet. Eine belastbare Modellierung des Ökosystems in Verbindung mit der Hydrologie der Becken hätte eine außergewöhnlich hohe Dateneingabe sowie umfangreiche Prognosemodelle erfordert und war im Rahmen des Projekts nicht realisierbar.

Umso wichtiger war es jedoch, die Anlage über eine präzise technische Leistungsbeschreibung, sowie ein robustes Monitoring- und Steuerungskonzept abzusichern.

GRUNDLAGEN DER MESS- UND STEUERUNGSTECHNIK

Die Umsetzung der Mess-, Regel- und Steuerungstechnik basiert auf langjährigen Forschungsarbeiten der Technischen Universität Darmstadt. Das Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung (FB15) beschäftigt sich in enger Kooperation mit dem Fachgebiet Abwassertechnik (FB13) bereits seit 2012 mit Fragestellungen der Wasserver- und -entsorgung in unterschiedlichen Maßstäben – von Gebäuden bis hin zu Quartieren und Stadtstrukturen. (BMBF Semizentral FKZ02WCL1215A-D; FKZ 02WCL1266A-K / BMBF Resource

FZK 01DO18009)

Auf Grundlage dieser wissenschaftlichen Vorarbeiten wurde für die Teichanlage eine Leistungsbeschreibung entwickelt, die sowohl technische als auch ökologische Anforderungen integriert. Sie übersetzt die Prinzipien eines funktionierenden Gewässerökosystems in eine technische Matrix und bildete die Grundlage für das durch den Generalübernehmer zu erstellende Lastenheft sowie den fachplanerischen Austausch zwischen den beteiligten Disziplinen.

Eine zentrale Herausforderung bestand darin, eine belastbare Datengrundlage für die ökologische Entwicklung flacher, technisch unterstützter Gewässer unter mitteleuropäischen Klimabedingungen zu identifizieren. Während Seenökologie und Trophiedynamiken grundsätzlich gut erforscht sind, existieren bislang nur wenige übertragbare Referenzen für vergleichbare, künstlich angelegte Flachgewässer in dicht bebauten Quartiersstrukturen, die zugleich als technische Schnittstelle der Wasserwiederverwendung fungieren.

Vor diesem Hintergrund wurden ergänzend auch Erkenntnisse aus internationalen Studien herangezogen, insbesondere aus Regionen, in denen flache Gewässer aufgrund klimatischer Bedingungen und hoher biologischer Aktivität intensiver untersucht wurden. Der Vorteil dieser Forschung liegt darin, dass dort die Prozesse der Nährstoffdynamik, Algenentwicklung und ökologischen Stabilisierung in flachen Wasserkörpern bereits detailliert beschrieben sind und wichtige Hinweise für das Management vergleichbarer Systeme liefern können.

Als wichtige wissenschaftliche Vorarbeit im Kontext von ReSource:Mannheim kann zudem die Dissertation „ReSource Water – Closing the Cycles“¹ herangezogen werden, die sich aus stadtplanerischer und landschaftsarchitektonischer Perspektive mit künstlichen, flachen Gewässern in tropischen Regionen Asiens auseinandersetzt. Im Rahmen dieser Arbeit wurden insbesondere deren Potenziale im Kontext sogenannter Zero Water Cities untersucht und damit ergänzende Erkenntnisse zur Nährstoffdynamik, ökologischen Stabilisierung und zum Management solcher Systeme gewonnen.

¹ Gehrmann, Simon: Resource Water - closing the cycles, Dissertation

2018,

INHALT UND ZIELSETZUNG DER MESS- UND STEUERUNGSTECHNIK

Die technische Leistungsbeschreibung definiert unter anderem: Messstellen und Sensorpositionen innerhalb der Becken, relevante Messparameter zur Bewertung des ökologischen Zustands, Grenzwerte und Schwellenbereiche, sowie Steuerungsreaktionen bei Über- oder Unterschreitungen kritischer Zustände.

Ziel der Mess- und Steuerungsinfrastruktur ist die zuverlässige Sicherstellung der ökologischen Stabilität und Funktionalität des naturnah gestalteten, technisch unterstützten Gewässers – insbesondere im Kontext möglicher Eutrophierungsprozesse.

Die Teichanlage ist mit einer Kombination aus Messtechnik und unterstützenden wassertechnischen Komponenten ausgestattet, darunter:

- Belüftungseinrichtungen
- Umwälz- und Zirkulationssysteme
- Filtration biologischer Biomasse

Diese technischen Maßnahmen dienen nicht der künstlichen Kontrolle des Gewässers, sondern der unterstützenden Stabilisierung natürlicher Prozesse im Sinne eines resilienten, langfristig funktionierenden Ökosystems.

NATURBASIERTE WASSERFLÄCHEN IM KONTEXT DER WASSERSENSITIVEN STADTGESTALTUNG

Hinweis:

Ein wesentlicher Aspekt von Resource:Mannheim liegt in der bewussten Gestaltung der zentralen Wasserfläche nicht unter rein technischen Aspekten, sondern als funktionierendes urbanes Ökosystem. Gerade im Kontext innovativer Quartiersprojekte entsteht häufig die Erwartung, dass Wasserflächen möglichst „sauber“, nährstoffarm oder technisch kontrolliert sein müssten. Diese Vorstellung greift jedoch zu kurz, da sie Wasser primär als hygienisches oder infrastrukturelles Element betrachtet – nicht als Bestandteil eines lebendigen Naturraums.

Im Sinne der wassersensitiven Stadtgestaltung (Water Sensitive Urban Design, WSUD) wird Wasser hingegen als integraler Bestandteil urbaner Ökosysteme verstanden. Wasserflächen übernehmen nicht nur Funktionen der Rückhaltung oder Bewässerung, sondern leisten ökologische, mikroklimatische und soziale Beiträge. Sie wirken als Lebensräume, als atmosphärische Orte und als sichtbare Schnittstellen zwischen Mensch, Stadt und Natur.

Nährstoffe als Bestandteil funktionierender Ökosysteme

Weiterhin ist zu betonen, dass Ökosysteme, insbesondere wenn sie als Teil eines Biotopverbunds verstanden werden, auf den Umsatz von Nährstoffen angewiesen sind. Nährstoffe sind nicht grundsätzlich „Störstoffe“, sondern notwendige Bestandteile biologischer Prozesse. Wachstum, Stoffwechsel, Artenvielfalt und ökologische Stabilität beruhen darauf, dass Nährstoffe gebunden, umgewandelt und verstoffwechselt werden.

Das primäre Ziel der Teichanlage ist daher nicht, um jeden Preis ein möglichst nährstoffarmes Wasser zu erzeugen. Vielmehr besteht der Anspruch darin, ein System zu schaffen, das in der Lage ist, eingetragene Nährstoffe – insbesondere Nitrat und Phosphat – auf natürliche Weise zu binden und umzusetzen. Die Wasserfläche wird damit nicht als steriles Element verstanden, sondern als lebendige Infrastruktur, die ökologische Leistungen erbringt.

EUTROPHIERUNG ALS ZENTRALE HERAUSFORDERUNG URBANER TEICHSYSTEME

Bei naturnah gestalteten urbanen Gewässersystemen stellt die Kontrolle des Nährstoffhaushalts – insbesondere des Phosphorgehalts – einen entscheidenden Faktor für die langfristige ökologische Stabilität dar.

Erhöhte Phosphorkonzentrationen können unter bestimmten Bedingungen das Wachstum von Algen begünstigen. In der Folge kann es zu Sauerstoffzehrung und einer Eutrophierung des Systems kommen, die im allgemeinen Sprachgebrauch häufig als „Kippen“ eines Gewässers bezeichnet wird.

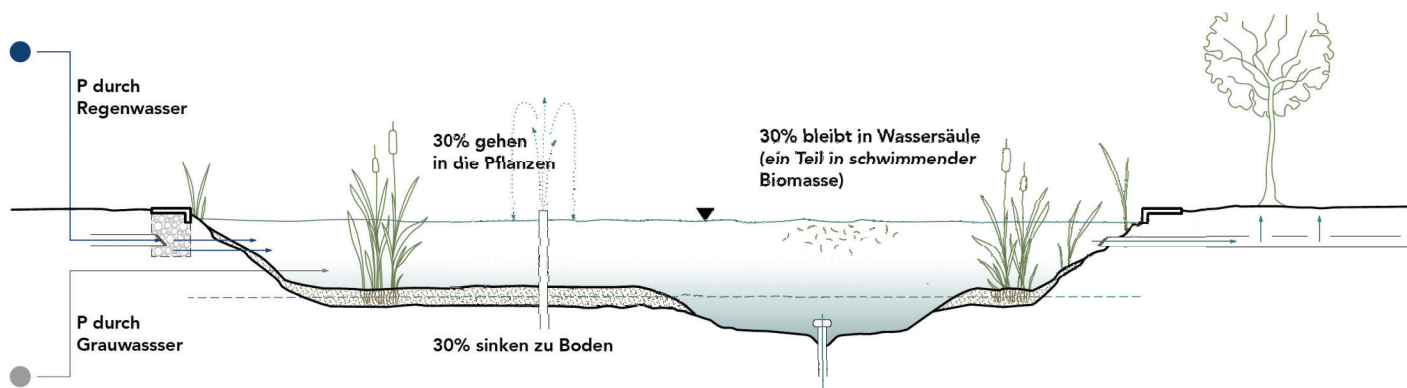
In der limnologischen Klassifikation gelten Gewässer ab einem Gesamtposphorwert (TP) von etwa: 0,035 bis 0,1 mg/L als eutroph.

NÄHRSTOFFEINTRÄGE IM SYSTEM RESOURCE:MANNHEIM

Im Fall von ReSource:Mannheim ist zu berücksichtigen, dass das Teichsystem unterschiedliche Zuflussqualitäten integriert:

- Aufbereitetes Grauwasser kann im Bereich von etwa 0,2–0,3 mg/L Phosphor liegen.
- Dachflächenabfluss weist in der Regel deutlich geringere Konzentrationen auf (0,02–0,06 mg/L, Literaturwerte).

Durch die Mischung beider Wasserströme sowie die kontinuierliche Nährstoffaufnahme durch Vegetation ist langfristig von einer dynamischen Gleichgewichtseinstellung auszugehen.



Vereinfachte schematische Darstellung der Phosphorverteilung innerhalb eines Ökosystems
Quelle: FG est

TECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG NATÜRLICHER PROZESSE

Pflanzen, Mikroorganismen und Sedimentprozesse gebunden und umgesetzt.

Die Prozesse der Nährstoffumsetzung finden in ReSource:Mannheim in einem vergleichsweise kleinen und flachen Wasserkörper statt (maximale Wassertiefe ca. 40 cm). Um die natürliche Selbstregulation zu unterstützen, wurde das System mit technischen Komponenten ergänzt.

Die Anlage erlaubt eine frühzeitige Erkennung ökologischer Belastungen durch die kontinuierliche Überwachung zentraler Parameter, darunter:

- Sauerstoffgehalt
- Temperatur
- Wasserstand in den Becken
- Trübung
- Chlorophyll
- pH
- Orthophosphat
- Nitrat

Die kontinuierliche Messung der o.g. erlauben gezielte Rückschlüsse auf den Zustand und die Stabilität des Ökosystems. Da Eutrophierungsprozesse typischerweise nicht abrupt, sondern stufenweise verlaufen, kann die Überwachung zudem frühzeitig Hinweise auf eine zunehmende biologische Belastung liefern.

So führt ein erhöhter Phosphoreintrag zunächst zu einem Anstieg der Chlorophyllkonzentration im Wasser. In einem nächsten Schritt nimmt die Trübung zu, es kommt vermehrt zu Algenwachstum und in der Folge potenziell zu einer Sauerstoffzehrung bis hin zum „Kippen“ des Gewässers. Durch die engmaschige Überwachung der relevanten Parameter lassen sich diese Entwicklungsschritte frühzeitig identifizieren und

die zugrunde liegende Eskalationskaskade prognostizieren, bzw Unterbrechen.

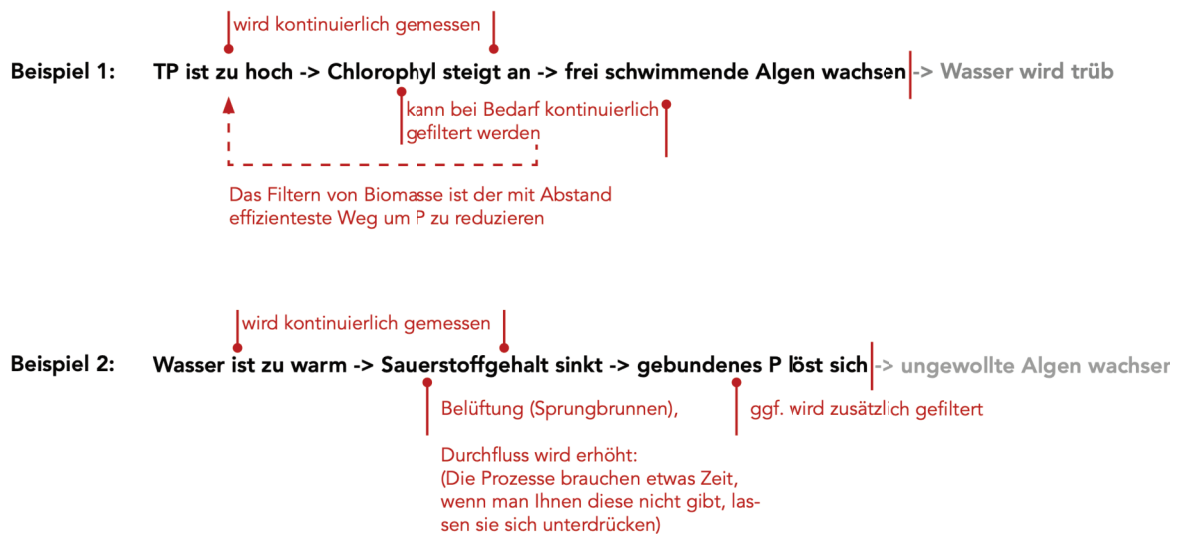
Entscheidend ist dabei, dass technische Managementmaßnahmen bereits in frühen Phasen greifen können – beispielsweise schon beim Anstieg des Chlorophyllgehalts – bevor kritische Zustände erreicht werden. Auf Basis der Messdaten stehen hierfür verschiedene Optionen zur Verfügung, unter anderem:

- temporäre Belüftung zur Stabilisierung des Sauerstoffhaushalts,
- Umwälzung zur Vermeidung stehender Warmwasserzonen,
- Filtration biologischer Biomasse zur Reduktion von Algenwachstum.

SZENARIENENTWICKLUNG IN EINEM ÖKOsystem

- sehr lange keinen Regen, relativierung des Verdünnungseffektes
- heisse Sommertage
- falsche Pflege des Systems.

Das System bekommt eine sehr feine Steuerungstechnik, um Stress im System frühzeitig wahrzunehmen, und durch gezielte Maßnahmen, das Ökosystem des Gewässers auf natürlichem Weg zu unterstützen



visualisierter Auszug aus dem Pflichten- und Lastenheft,
welches der Steuerung der Teichanlage zu Grunde liegt
Quelle: FG est

Da die gestaltete Teichanlage faktisch aus drei Becken besteht, können die drei Becken auch unterschiedlich gesteuert werden. Zum einen kann individuell reagiert werden, zum anderen kann so auch verhindert werden, dass unerwünschte Effekte von einem Teich in den anderen übergreifen

Die technischen Maßnahmen dienen somit nicht der Kontrolle eines künstlichen Gewässers, sondern der unterstützenden Stabilisierung natürlicher Prozesse im Sinne eines resilienten, naturnahen Wasserkörpers.

Innerhalb des Projektteams wurde auf dieser Basis ein Lasten- und Pflichtenheft erstellt, das als Grundlage für die Steuerung und Umsetzung dient. Da es sich hierbei um sensibles sowie sicherheitsrelevantes Wissen im Zusammenhang mit der Anlage handelt, kann dieses Dokument nicht veröffentlicht werden.

**FAZIT: RESILIENTE SYSTEMSTABILITÄT
DURCH MONITORING
UND MANAGEMENT**

ReSource:Mannheim verbindet Erkenntnisse aus der ökologischen Gewässerforschung mit einem technisch abgesicherten Monitoring- und Steuerungsansatz. Die Kombination aus naturnaher Gestaltung, biologischer Selbstregulation und technischer Unterstützung schafft die Grundlage für einen langfristig stabilen Betrieb auch unter wechselnden klimatischen Bedingungen.

Das System ist nicht als rein technisches Bauwerk zu verstehen, sondern als biodiverses, dynamisches Ökosystem, dessen Stabilität durch gezielte Überwachung und adaptive Managementmaßnahmen gesichert wird.

ERGEBNISSE

Die Teichanlagen wurden entsprechend der funktionalen Leistungsbeschreibung mit einer geeigneten Mess- und Regeltechnik ausgestattet, um einen dauerhaften Betrieb sowie eine kontinuierliche Überwachung zentraler Wasserqualitäts- und Betriebsparameter zu ermöglichen.

Das Messkonzept wurde im Verlauf der Planungsphase dahingehend optimiert, dass ein Großteil der technischen Komponenten nicht dezentral in den einzelnen Teichen, sondern gebündelt in einem zentralen Technikraum installiert werden konnte. Dieser Technikraum befindet sich unterhalb der Tiefgarage und ermöglicht eine geschützte sowie wartungsfreundliche Unterbringung der Mess- und Steuerungstechnik.

TEICHSTEUERUNG

Im Technikraum sind drei Behälter installiert, die jeweils mit den erforderlichen Sonden bestückt sind. Jeder Behälter ist einem der drei Teiche zugeordnet und über eine Umlaufpumpe hydraulisch mit diesem verbunden. Auf diese Weise können die relevanten Messdaten teichspezifisch erfasst und die Betriebszustände separat überwacht werden.

Die zur Steuerung erforderlichen Ventile und Pumpen, die bei Bedarf betriebliche Maßnahmen einleiten, sind ebenfalls zentral im Technikraum angeordnet. Die Ansteuerung erfolgt im Regelfall automatisiert über eine softwarebasierte Regelung, die auf Grundlage des Lastenheftes programmiert wurde (siehe Anlage).

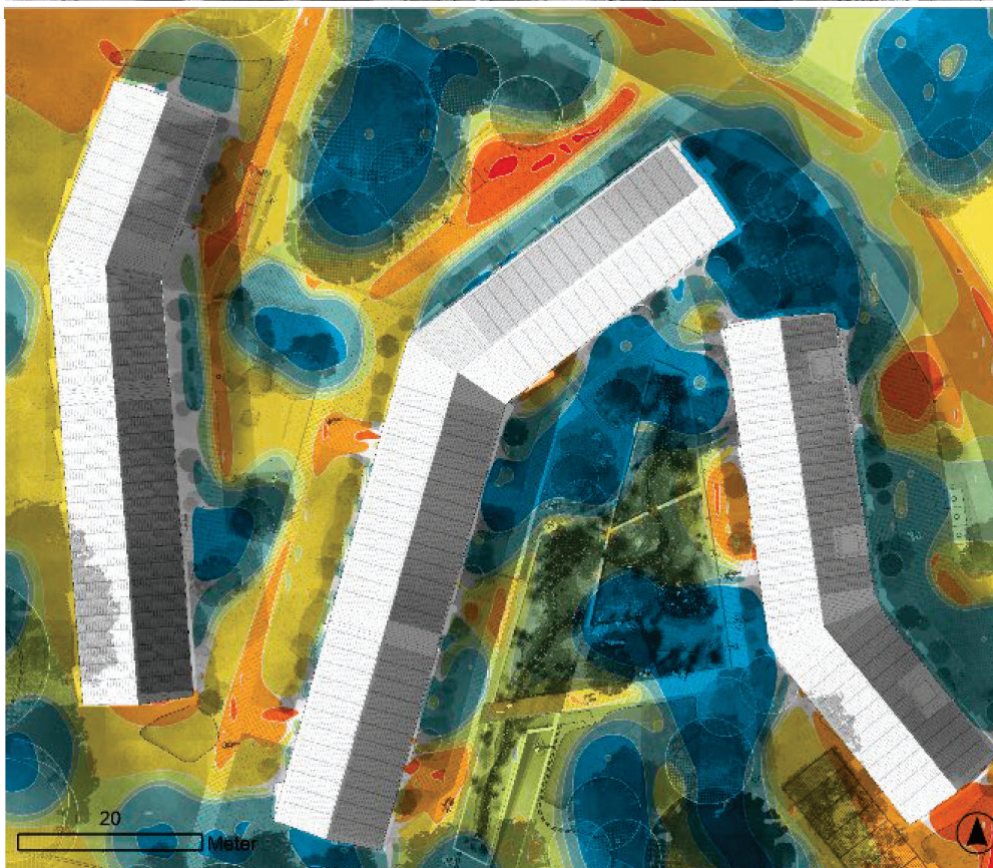
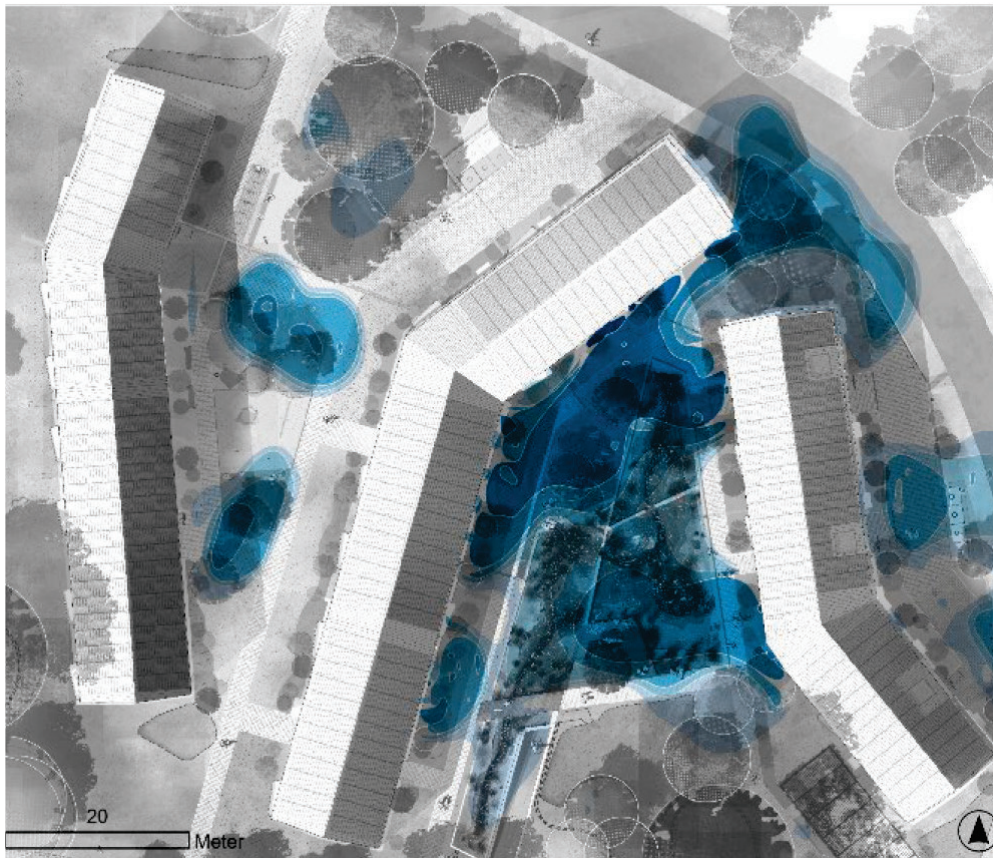
Die Steuerungssoftware ist dabei so ausgelegt, dass zentrale Parameter und Schwellenwerte über hinterlegte Variablen angepasst und bei Bedarf manuell optimiert werden können.



Die Steuerungszentrale der Teichtechnik
Hier werden die Daten erhoben, ausgewertet und daraufhin Steuerungsmaßnahmen eingeleitet
Quelle: Xylem / N. Kaltwasser

MIKROKLIMATISCHE MODELLIERUNG

Im Rahmen der Begleitforschung wurde durch das Institut für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover eine Mikroklimamodellierung mit der hochauflösenden 3D-Modellierungssoftware ENVI-met (Version 5.1 und 5.5) durchgeführt. Die Software ist in der Lage, komplexe mikroklimatische Prozesse präzise zu simulieren und ermöglicht dadurch detaillierte Einblicke in den Einfluss von städtebaulichem Design auf die lokale Hitzeentwicklung. Das Ziel der Modellierung war es, am Beispiel dieses Wohnungsbauprojekts und seiner Freianlagen die Auswirkungen der wassersensitiven Stadtgestaltung auf das Mikroklima zu analysieren. Dazu wurde das Teichsystem mit der geplanten Bepflanzung sowie dem aktuellen Baumbestand (Planungszustand) simuliert und mit dem Simulationsergebnis einer Nullvariante mit einem versiegelten Innenhof ohne Bäume und Wasserflächen für einen heißen, wolkenlosen Tag verglichen. Aufgrund der Positionierung der Tiefgarage im Innenhof erschien als Nullvariante ein Substratdach mit extensiver Begrünung bzw. ein versiegelter Innenhof als realistische Alternativ-Annahme. Modelliert wurde für beide Zustände die Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET), welche zur Bewertung der thermischen Behaglichkeit dient (für einen ruhig sitzenden Menschen mit üblicher Innenraumbekleidung stellt sich bei einer PET von etwa 20 °C eine optimale Behaglichkeit ein). Im Vergleich mit dem Planungszustand war die modellierte gefühlte Temperatur (PET) zum ausgewerteten Zeitpunkt um 13 Uhr insbesondere im Schatten der Bäume deutlich geringer, wie in Abbildung 6 zu sehen ist. Im Bereich der Wasserbecken insbesondere im Norden, wo noch mehr Bäume stehen, sinkt die gefühlte Temperatur laut der Modellrechnungen in diesem Vergleich um bis zu 25 Grad. Die Sand-, Rasen- und Holzflächen im Westen verringern die PET im Vergleich zum asphaltierten Zustand der Nullvariante um bis zu 5 Grad. Aufgrund des Sonnenstands im Südwesten und dem daraus resultierenden Schattenwurf der Gebäude und Bäume variiert das Ergebnis. Mit der geplanten bedarfsgerechten Bewässerung durch aufbereitetes Servicewasser und Regenwasser wird der Erhalt und ein dichtes Pflanzenwachstum im Freiraum sichergestellt, was zur gewünschten Kühlwirkung durch die Vegetation führen und diese im Laufe der Zeit noch verstärken wird. Hitzeinseln können im Modell gegenüber der Nullvariante gänzlich vermieden werden.



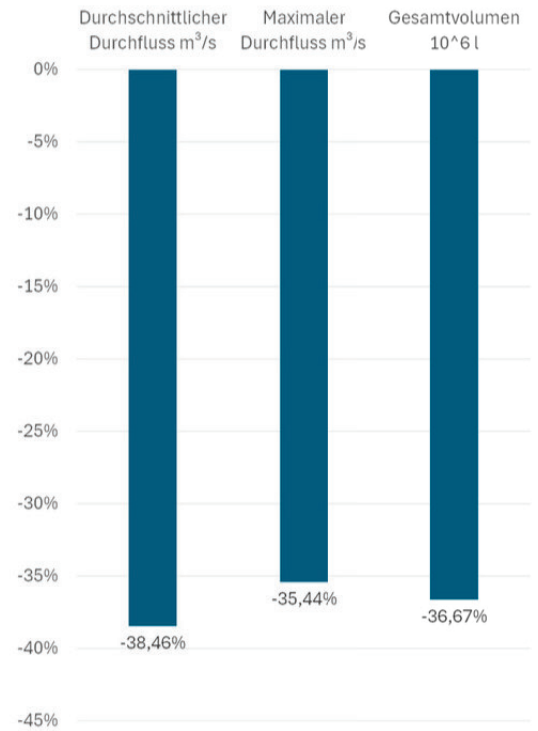
Modellierte Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET) im Planungszustand (links) im Vergleich zur PET-Differenz zwischen Nullvariante und Planungszustand (rechts)

Quelle: IUP

ENTLASTUNG DES KANALSYSTEMS

Zur Analyse der Regenwasserrückhaltung wurden ergänzende Simulationen mit der hydrodynamischen Modellierungssoftware Storm Water Management Model (SWMM, Version 5.2) durchgeführt. Ziel war die Bewertung der durch das Teichsystem erzielten Entlastung des Quartierskanalnetzes bei Starkregenereignissen. Hierzu wurde der Ausgangszustand, in dem das Niederschlagswasser der versiegelten Flächen vollständig in das Kanalnetz eingeleitet wird, mit dem Planungszustand verglichen, in dem eine vollständige Rückhaltung vor Ort vorgesehen ist. Simuliert wurde ein 100-jährliches Regenereignis mit einer Dauer von 10 Minuten. Die Fläche des Projektgebiets beträgt 0,62 ha und steht damit in Relation zur Gesamtfläche aller Einzugsgebiete des betrachteten Straßenzuges von 1,88 ha. Die Ergebnisse zeigen eine Reduktion des Abflussvolumens um mehr als 36 %, was eine deutliche Entlastung des modellierten Kanalabschnitts belegt. Durch die Entlastung der Mischwasserkanäle bei Starkregenereignissen werden Überläufe der Kanäle reduziert, bei denen in konventionellen Systemen ungeklärte Abwässer in die Vorflut gelangen, und damit in empfindliche Gewässerökosysteme. Dieser unkontrollierte Nährstoffeintrag sorgt für biologische Prozesse innerhalb der Ökosysteme, die jedoch deren Balance empfindlich stören können. Die Reduzierung solcher Ereignisse stellt damit eine erhebliche Umweltentlastung dar, und besitzt insbesondere im Kontext des Schutzes der Gewässer eine hohe Relevanz.

Das Konzept verdeutlicht die Potenziale dezentraler Retentionsmaßnahmen, die nicht nur eine wirksame Entlastung bestehender Kanalsysteme ermöglichen, sondern zugleich als übertragbarer Ansatz zur Minderung urbaner Herausforderungen wie Starkregenereignissen und städtischen Wärmeinseln dienen können.



Links: Modellabbildung des Entwässerungsmodells mit Berücksichtigung des Teichsystems (Waterbasin) und Darstellung der Kanalfüllgrade für den simulierten Planungszustand.
 Rechts: Modellierter Durchfluss- und Abflussvolumenreduktion im Abwassersystem am Gebietsauslass (Out 1).

Quelle: IUP

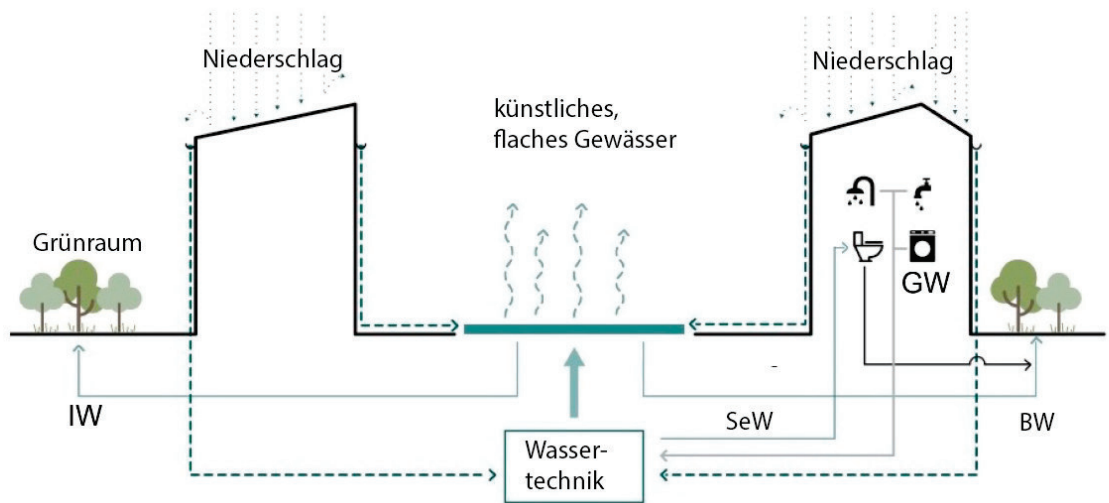
ÜBERTRAGBARKEIT VON RESOURCE:MANNHEIM

Nach den heißen und sehr trockenen Sommern der Jahre 2003, 2018, 2022, und 2023 erlebte die Bevölkerung in Deutschland im Jahr 2024 erneut einen Rekordsommer seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Sinkende Flusspegel, unzureichend bewässerte landwirtschaftliche Flächen und trockengefallene Talsperren führten nicht nur zu erheblichen Schäden für Natur und Wirtschaft, sondern gefährdeten zeitweise auch die Lebensmittel- und Energieversorgung. Besonders stark wirkt sich die anhaltende Hitze auf vulnerable Bevölkerungsgruppen wie Kinder, ältere Menschen und Personen mit Vorerkrankungen aus. Zudem treten soziale Ungleichheiten in der Betroffenheit deutlich zutage, da insbesondere in hoch verdichteten Quartieren öffentliche Freiräume mit schattenspendenden Bäumen nur eingeschränkt als Rückzugsorte zur Verfügung stehen. In dicht besiedelten Ballungsräumen verstärken Hitzeinseln und fehlende nächtliche Abkühlung die negativen Effekte zusätzlich und verdeutlichen der Bevölkerung die Dringlichkeit eines konsequenten Handlungsbedarfs.

Um den integrierten Ansatz von Resource:Mannheim zur Rückhaltung, Aufbereitung, Verteilung und Wiederverwendung von Wasser hinsichtlich seiner Übertragbarkeit zu untersuchen, wurde am Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung in Kooperation mit dem LOEWE-Zentrum emergentCity eine begleitende Forschungsarbeit durchgeführt. Auf Grundlage der Projektspezifikationen des Vorhabens am Adolf-Damaschke-Ring wurden standortbezogene Indikatoren entwickelt und auf die Stadt Darmstadt angewendet, um potenzielle Flächen für übertragbare Projekte zu identifizieren. Auf diese Weise lässt sich abschätzen, welchen Beitrag ein integriertes Grau- und Regenwassermanagement zur Verbesserung der städtischen Wasserverfügbarkeit leisten kann.

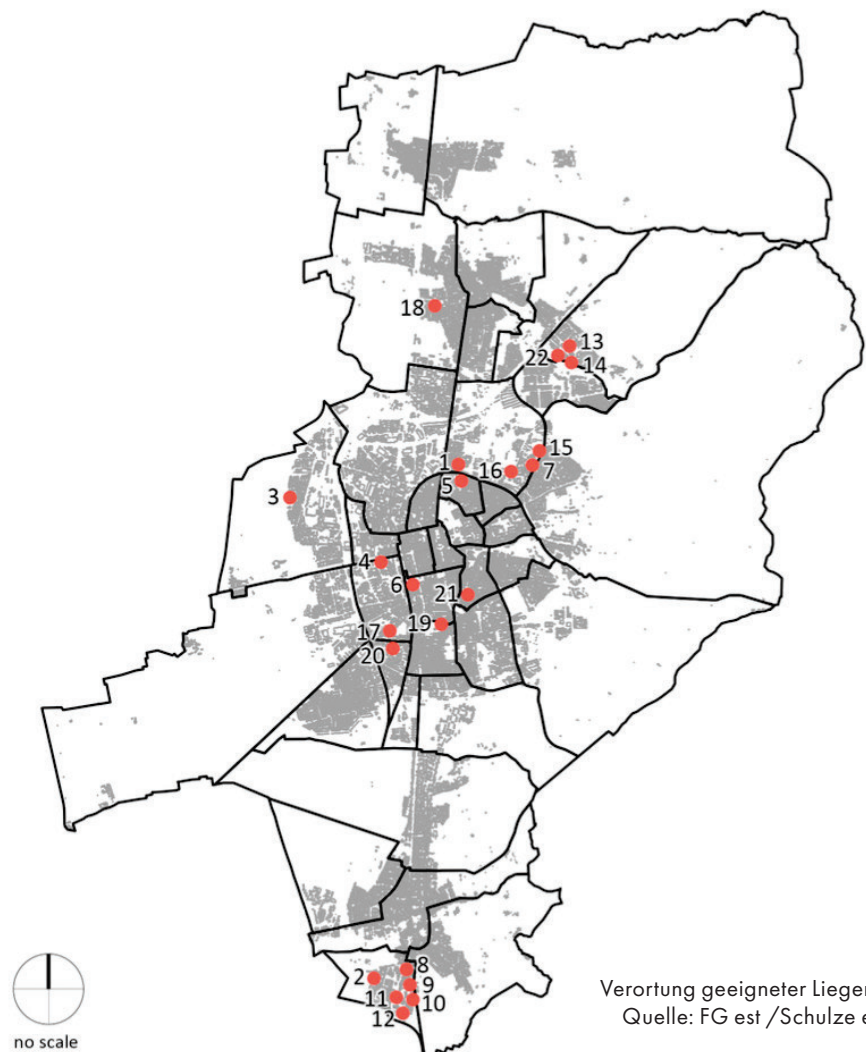
Da die wohnungspolitische Förderung der Nachkriegszeit in Deutschland häufig zur Errichtung großflächiger Zeilenbauquartiere mit einheitlichen 2- bis 4-Zimmer-Wohnungen führte, wurde im Rahmen einer begleitenden Studie untersucht, inwieweit sich vergleichbare Bestandsstrukturen für eine Übertragung des Konzepts eignen. In Zusammenarbeit mit einem örtlichen Immobilienentwickler wurden daher insbesondere jene Standorte im Stadtgebiet Darmstadt betrachtet, die sich noch im unsanierten Bestand befinden, und mit dem Projekt in Mannheim direkt vergleichbar sind.¹

¹ Schulze, J., Gehrmann, S., Somvanshi, A., Rudolph-Cleff, A. (2024): From District to City Scale: The Potential of Water-Sensitive Urban Design (WSUD) In: Water 2024, 16(4), 582; <https://doi.org/10.3390/w16040582>



Konzeptionelle Darstellung des Systems zur Übertragung auf die Bestandsimmobilien eines örtlichen Immobilienentwicklers.

Quelle: FG est / Schulze et al 2022



Verortung geeigneter Liegenschaften.
Quelle: FG est / Schulze et al 2022

Für insgesamt 22 Zeilenbaustandorte aus den 1960er Jahren ergibt sich bei rund 2.500 Wohnungen mit etwa 155.000 m² Wohnfläche ein jährliches Einsparpotenzial von rund 147 Millionen Litern Trinkwasser. Zusätzlich könnten etwa 2 Millionen Liter Regenwasser lokal zurückgehalten und in den Quartierskreislauf integriert werden.

Die wissenschaftliche Einordnung und Skalierbarkeit des Projekts wurde in einem peer-reviewten Fachartikel in der internationalen Zeitschrift *Water* veröffentlicht. Die darin präsentierten Kennzahlen verdeutlichen das Potenzial von Resource:Mannheim, wassersensitive Stadtgestaltung nicht nur auf Quartiersebene, sondern auch im städtischen Maßstab wirksam umzusetzen.

Der Beitrag wurde zudem als hervorgehobene Veröffentlichung („Featured Article“) präsentiert und unterstreicht den hohen Impact, den integrierte Grau- und Regenwasserkreisläufe für klimaresiliente Stadtentwicklung entfalten können.

DIE BAULICHE REALISIERUNG DES PROTOTYPEN

Mit der Beauftragung des Generalübernehmers Ende 2022 ging die operative Verantwortung für die weitere Ausführungs- und Werkplanung sowie die bauliche Umsetzung des Projekts vom ursprünglichen Projektteam auf den Generalübernehmer über.

Nach einer Bauzeit von knapp drei Jahren wurde die Anlage im Mai 2025 fertiggestellt und zunächst in einen Teilbetrieb überführt. In dieser ersten Betriebsphase erfolgte der Betrieb noch ohne Anbindung der Grauwasseranlage. Die vollständige Inbetriebnahme einschließlich der Grauwasseraufbereitung und Einbindung in das Gesamtsystem erfolgte im September 2025.

AKTUELLER STAND UND INBETRIEBNAHME

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte zunächst ohne Einbindung des Grauwassernetzes. Hintergrund war, dass für einen stabilen Betrieb der Ultrafiltration seitens der Haustechnik vorgesehen wurde, die Anlage erst bei einem ausreichenden Nutzungsgrad der Wohngebäude zu aktivieren. Als Schwellenwert wurde eine Belegung von etwa 70 % angesetzt. Entsprechend befand sich bis mindestens September 2025 ausschließlich Regenwasser im Teichsystem.

Während der heißen Sommermonate, insbesondere im August 2025, zeigte sich im Teich keine nennenswerte Algenbildung. Das Wasser blieb über weite Teile des Jahres klar, auch an extrem heißen Tagen, mit 14 Sonnenstunden. Auch die Bepflanzung etablierte sich zunehmend.

Durch die Arge wurde ergänzend im ersten Teich ein Substratfilter, bestehend aus Biocalith® eingebaut. Das Wasser welches aus den Umwälzpumpen kommt, wird durch diesen Substratfilter gedrückt, bevor es wieder in den Teich 1 fließt. Dieser Filter bindet Phosphor, und stabilisiert somit die Wasserqualität zusätzlich im ersten Teich.

Allerdings kam es in einer Phase ohne funktionsfähige Wassertechnik zu stehenden Wasserflächen mit einem massiven Auftreten von Mückenlarven. Dieser Zustand



Foto vom Rohbau
aus dem Jahr
2024. In der
Mitte ist deutlich
der Unterbau der
Teichanlage zu
erkennen
Quelle: FG est

widerspricht den geplanten Betriebsbedingungen und verdeutlicht die Notwendigkeit einer dauerhaft funktionierenden Wasserumwälzung und Belüftung. Für einen stabilen Betrieb ist es erforderlich:

- die Umlaufpumpen zur Sicherung von Strömung und Sauerstoffeintrag in Betrieb zu nehmen,
- die Wehre aktiv zu nutzen, um unterschiedliche Wasserstände regulieren zu können,
- die Belüftung über Fallkanten sowie technische Belüftungselemente zu verstärken,
- sowie Springbrunnen und Umwälzsysteme vollständig zu aktivieren.

In der Übergangsphase bis zur vollständigen Inbetriebnahme sollte die technische Betriebsführung gegebenenfalls manuell unterstützt werden, etwa durch Anpassung des Wasserstands (Ablassen oder Nachspeisung) oder ergänzende biologische Stabilisierungsmaßnahmen – was auch durch die GBG geschehen ist.

Eine wissenschaftliche Begleitung der Inbetriebnahme und des anschließenden Monitorings wird für die Bewertung und Optimierung der Anlage als notwendig erachtet. Da es sich bei dem Teichsystem um ein naturnah gestaltetes, zugleich jedoch technisch stark beeinflusstes urbanes Ökosystem handelt, reicht die Expertise eines klassischen Teichbauunternehmens, oder einem Gärtner, Landschaftspfleger für die langfristige Betriebsbegleitung nicht aus. Vielmehr erscheint die Einbindung von Gewässerökologen und Limnologen sinnvoll, um die biologischen und chemischen Prozesse fundiert zu analysieren und in das Steuerungskonzept einzubinden.

Im Rahmen der weiteren Inbetriebnahme sind verschiedene Optimierungsmaßnahmen vorgesehen, um auf die Entwicklungen im System reagieren zu können. Hierzu können gegebenenfalls auch Anpassungen des Substrats oder des Pflanzenbesatzes gehören.

Ein wissenschaftlich relevantes Monitoring mit einer Laufzeit von mindestens drei Jahren ab dem 01. Januar 2026 ist an die TU Darmstadt beauftragt, um wetterbedingte Schwankungen sowie ökologische Entwicklungsprozesse belastbar erfassen und auswerten zu können.



Die Gesamtanlage kurz vor Fertigstellung, aus der Vogelperspektive (oben), bei den letzten Arbeiten an der Bepflanzung (unten,li), sowie während Abdichtungsarbeiten an den Teichen (unten,re)
Quelle: FG est



ABWEICHUNGEN ZWISCHEN PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

Das Wassermanagementsystem ist in der Technischen Leistungsbeschreibung sowie in einer zugehörigen Excel-Tabelle definiert, in der Kontrollindikatoren und Messwerte für die Anlage festgelegt sind. Die GBG Mannheimer Wohnungsbaugesellschaft mbH und Implenia als verantwortlicher Generalunternehmer für die Umsetzung verzichteten auf eine Simulation der Wasserkreisläufe aus Kostengründen und nahmen im weiteren Planungsverlauf in der Werkplanung Änderungen vor, die von der ursprünglichen technischen und funktionalen Planung abweichen.

Die TU Darmstadt unterstützte das Projekt während der Bauphase durch eine Einführung in das System, die Beantwortung von Rückfragen sowie die Teilnahme an Projekttreffen. Ein Einblick in die Werkplanung erfolgte jedoch nicht. Zwischen der ursprünglichen Planung und der ausgeführten baulichen Umsetzung bestehen Abweichungen, die technische, funktionale und gestalterische Aspekte betreffen.

Wasser- und Regenrückhaltung

- Der Teich weist keine erkennbaren Vorrichtungen zur Regulierung zwischen Normalwasserstand (Bemessung 5-jähriges Regenereignis) und Starkregenereignis (100-jährig) auf.
- Versickerungsmulden wurden tiefer als geplant ausgeführt; zudem sind Böschungen teilweise zu steil und instabil.
- Die Funktionsfähigkeit zur Rückhaltung von Starkregen kann nicht überprüft werden, entspricht aber nicht der Planung.

Hydraulik und Steuerbarkeit

- Geplante steuerbare Wehre an den Aulassen der Teiche fehlen, stattdessen existieren lediglich Überläufe mit fehlerhaften Höhenverhältnissen.
- Dadurch entstehen in allen drei Teichen gleichbleibende Wasserstände in unterschiedlichen Teichbereichen, was dem Konzept widerspricht.
- Auch das Umlaufpumpen des Wassers über Teich 1 entspricht nicht der ursprünglichen Planung.

Mess- und Regelungstechnik

- Bodensensoren zur Messung von Feuchtigkeit und Verdunstung fehlen, womit ein zentraler Bestandteil der Forschung (steuerbare Bewässerung und ressourcenschonender Betrieb) entfällt.
- In der Planung durch die TU Darmstadt war ein physischer Filter (Sandfilter) in den Umwälzanlagen vorgesehen, um Biomasse (Chlorophyll, Schwebalgen etc.) in Folge von Trübung abtrennen zu können. Diese Filteranlage wurde nicht realisiert. Zum jetzigen Zeitpunkt besteht die einzige Möglichkeit Biomasse aus dem System zu entfernen, durch manuelles Abfischen aus dem Wasser. Ob auf einen physischen Filter langfristig verzichtet werden sollte, muss im Rahmen des Monitorings evaluiert werden.
- Im ersten Teich wurde flächendeckend ein Substrat Filter aus Biocalith installiert, welcher Orthophosphate aus dem Wasser bindet. Da es jedoch in der Umwälzung keine physische Filtration gibt (siehe vorheriger Punkt) muss im Rahmen des Monitorings auch beobachtet werden, ob Ablagerungen aus den Umwälzströmen die Substratfilter negativ beeinflussen.

Einblick in das unter dem Teich 1 liegende Substratbett. Hier befinden sich die Druckleitungen der Umwälzung, die das Wasser später vollflächig in das Biocalith Substrat abgeben und es vertikal durchströmen
Quelle: FG est



Vegetation und Pflanzkonzept

- Die geplante Pflanzenklärfunktion ist durch Abweichungen bei Pflanzenauswahl und -qualität eingeschränkt.
- Pflanzmatten mit gezielter Vergesellschaftung wurden nicht umgesetzt.
- Bäume entsprechen nicht den geforderten Baumschulqualitäten; insbesondere Weiden benötigen dringend fachgerechten Schnitt.
- Zum Finanzkonzept und zu pflanzenspezifischen Stufen (unterschiedlicher Wasserbedarf, Pufferfunktionen) wurden Abweichungen angedeutet, müssen jedoch noch detailliert geprüft und ergänzt werden.

Bewässerungssystem in den Freibereichen

- Die Bewässerungsanlage liegt oberhalb des Substrats anstatt integriert darin, womit die geplante gleichmäßige Wasserversorgung und Steuerung nicht möglich ist.
- Substratverdichtungen deuten auf Materialabweichungen hin; eine genauere Prüfung wäre notwendig.

Bauliche Ausführung/Gestaltung

- Der Auslass wurde nicht wie vorgesehen in Granit ausgeführt, sondern in Edelstahl, zudem fehlerhaft eingebaut (schief, ohne Stauhöhe).
- Die Einfassung der Anlage ist niedriger als geplant, wodurch Abdichtungsbahnen sichtbar bleiben. Die Verarbeitung der Abdichtung weist Mängel auf und könnte zu Undichtigkeiten in den nächsten Jahren führen.
- Die Nutzung der Einfassung als Abgrenzung für Kleinkinder und als Sitzelement für die Bewohnerinnen und Bewohner ist daher leider nicht möglich.
- Die Einfassung der Fahrradrampe erfolgt über eine massive Betonbrüstung. Die Idee, das Wasserbecken beim Einfahren mit dem Fahrrad bewusst erleben zu können, ist damit leider verloren gegangen.

Es ist deutlich, dass zwischen der ursprünglichen Planung und der realisierten Ausführung Abweichungen bestehen, die sowohl die Funktionsfähigkeit als auch die Forschungs- und Gestaltungsziele des Projekts beeinträchtigen. Besonders zeigt sich dies bei der Wasser- und Regenrückhaltung: Für den Teich wurden keine funktionsfähigen Vorrichtungen zur Regulierung zwischen Normalwasserstand (Bemessung auf ein fünfjährliches Regenereignis) und Starkregenereignissen (hundertjährlich)

umgesetzt. Stattdessen besteht lediglich eine einfache Abstufung, die am Auslass reguliert wird, ohne dass eine sichere Zwischenspeicherung gewährleistet ist. Hinzu kommt, dass die Versickerungsmulden tiefer als geplant ausgeführt wurden und teilweise zu steile Böschungen aufweisen, wodurch Erdrutschungen im Bereich der Böschung drohen. Damit kann die Rückhaltung von Starkregen, wie ursprünglich vorgesehen, nicht sichergestellt werden – ein Umstand, der auch haftungsrechtlich von großer Relevanz ist.

Auch in hydraulischer Hinsicht bestehen deutliche Abweichungen. Geplante steuerbare Wehre am Auslass fehlen, stattdessen wurden einfache Überläufe mit fehlerhaften Höhenverhältnissen verbaut. Diese führen dazu, dass in verschiedenen Teichabschnitten identische Wasserstände auftreten, was dem ursprünglichen Konzept widerspricht. Darüber hinaus wird das Wasser über den ersten Teich umgewälzt, was eine weitere Planungsänderung darstellt.

Ein weiterer kritischer Punkt ist das Fehlen der vorgesehenen Mess- und Regeltechnik. Bodensensoren zur Erfassung von Feuchtigkeit und Verdunstung wurden nicht installiert, sodass eine bedarfsgerechte Steuerung der Verdunstung und eine Anpassung an Trockenperioden auf Grundlage von Wetterdaten nicht möglich sind. Damit entfällt ein zentraler Bestandteil der Forschungsarbeit.

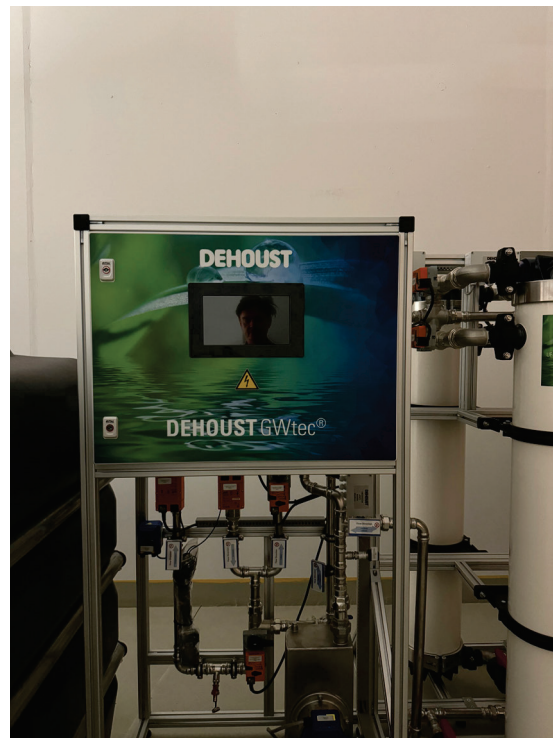
Gestalterisch und baulich zeigen sich ebenfalls Mängel. Der Auslass wurde nicht wie geplant in Granit, sondern in Edelstahl ausgeführt und zudem fehlerhaft eingebaut. Er ist schief, erzeugt keine Stauhöhe und ist daher nicht abnahmefähig. Auch die Einfassung entspricht nicht den ursprünglichen Vorgaben: Sie wurde niedriger umgesetzt, wodurch Abdichtungsbahnen sichtbar bleiben. Zudem ist die Abdichtung an mehreren Stellen mangelhaft verarbeitet, was mittel- bis langfristig zu Undichtigkeiten führen dürfte.

Das geplante Bepflanzungskonzept wurde ebenfalls nicht umgesetzt. Die Pflanzen sollten sowohl klärende Funktionen übernehmen als auch zur Nährstoffreduktion beitragen. Vorgesehen waren Pflanzmatten mit einer gezielten Vergesellschaftung sowie überwiegend heimische Arten. In der Umsetzung finden sich jedoch Abweichungen sowohl in der Auswahl als auch in der Qualität. So entsprechen die Bäume nicht den geforderten Baumschulqualitäten; insbesondere die Weiden sind unzureichend gepflegt und bedürfen eines fachgerechten Schnitts, um Schäden oder Umkippen zu

verhindern.

Auch die Bewässerungsanlage weicht erheblich von den Planungen ab. Anstatt wie vorgesehen in das Substrat integriert zu sein, liegt sie auf der Oberfläche. Damit ist weder eine gleichmäßige Wasserversorgung noch die geplante Steuerung über Sensoren möglich. Hinzu kommt der Verdacht, dass das verwendete Substrat von der Ausschreibung abweicht, da es bereits stark verdichtet wirkt. Eine genaue Prüfung wäre hier erforderlich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Ausführung in zentralen Punkten nicht den planerischen Vorgaben entspricht. Dies betrifft sowohl die hydraulische Steuerbarkeit und Regenrückhaltung als auch die technische Ausstattung, die Vegetation und die gestalterische Qualität. Diese Mängel gefährden nicht nur die Funktionsfähigkeit und Nachhaltigkeit des Projekts, sondern schränken auch die angestrebten Forschungsziele erheblich ein.



Fotos der Ultrafiltrationsanlage für das Grauwasseranlage im Keller des Hauses. Hier wird aus dem Grauwasser das Servicewasserfiltriert.

Quelle: FG est



Blick aus dem vierten Obergeschoss über die Teichanlage
Quelle: FG est

Durch die Realisierung des Forschungsvorhabens Resource:Mannheim konnten grundlegende Erkenntnisse im Hinblick auf die Projektorganisation und -abwicklung gewonnen werden. Insbesondere die Vergabe von Teilleistungen an Nachunternehmer und externe Fachplaner durch einen Generalunternehmer birgt bei der Umsetzung interdisziplinärer Forschungsvorhaben erhebliche Risiken. Im Zuge der Einbindung nachgeordneter Planungsbeteiligter wird der fachliche Leistungsumfang aus nachvollziehbaren ökonomischen Gründen in der Regel eng abgegrenzt.

Ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben, dessen Innovationspotenzial maßgeblich in den Schnittstellen zwischen technischer Gebäudeausrüstung, Landschaftsarchitektur, Biologie, Architektur und Hydrologie sowie im integrativen Zusammenwirken dieser Disziplinen liegt, steht damit in einem strukturellen Spannungsverhältnis zur klassischen Projektorganisation eines Generalunternehmers.

ERKENNTNISEE Um dieser Problematik in zukünftigen Vorhaben zu begegnen, lassen sich mehrere Handlungsoptionen identifizieren. Zum einen sollte auf eine Angebotseinholung auf Grundlage funktionaler Leistungsbeschreibungen verzichtet werden. Stattdessen empfiehlt sich die Ausschreibung auf Basis eines detaillierten Leistungsverzeichnisses mit klar definierten Einzelpositionen, um den erforderlichen Arbeitsumfang bereits im Vorfeld verbindlich festzulegen und die fachliche Abstimmung nicht dem Generalunternehmer zu überlassen. Voraussetzung hierfür ist eine vollständige Ausarbeitung der Werkplanung bereits in der Projektentwicklungsphase, sodass diese als präzise und belastbare Ausschreibungsgrundlage dienen kann.

Alternativ ist eine klare und personell eindeutig definierte Besetzung der fachlichen Schnittstellen innerhalb des Generalunternehmerteams erforderlich, um einen kontinuierlichen Wissenstransfer über Disziplingrenzen hinweg sicherzustellen. Diese koordinierende Funktion könnte auch durch einen externen Consultant, etwa aus dem Projektentwicklungsteam, übernommen werden. Insbesondere eine weiterführende Beauftragung des Entwicklungsteams mit der Werkplanung bietet das Potenzial, den interdisziplinären Austausch nachhaltig zu fördern und die inhaltliche Kohärenz des Forschungsvorhabens zu sichern.

Das Pilotprojekt ReSource:Mannheim wagt erste Schritte in Richtung einer zero Water City und verfolgt das Ziel, durch integriertes, wassersensitives Quartiers einen substantiellen Beitrag zur Umweltentlastung im urbanen Raum zu leisten.

Die Umweltwirkungen des Projekts ergeben sich dabei nicht aus einer einzelnen Maßnahme, sondern aus dem Zusammenspiel mehrerer Komponenten: der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung, der Nutzung von Grauwasser, der Schaffung einer zentralen Wasserfläche als urbanes Ökosystem sowie der mikroklimatischen und ökologischen Aufwertung des Wohnumfelds.

Im Kontext eines durch den Klimawandel geprägten Muster aus Starkregen, Hitzeperioden und längerer Trockenphasen gewinnen dezentrale und multifunktionale Wasserinfrastrukturen eine zentrale Bedeutung. ReSource:Mannheim zeigt exemplarisch, wie technische Systeme der Wasserver- und Entsorgung mit naturbasierten Elementen verbunden werden können, um Umweltbelastungen zu reduzieren und zugleich die Resilienz bestehender Quartiere zu stärken.

Die Unsicherheit angesichts zukünftiger Risiken trifft auf die Erkenntnis, dass der Schutz der Umwelt und der Biodiversität Vorrang haben sollte, wenn wir eine lebenswerte Umwelt erhalten möchten. Ein regionales Wasserressourcenmanagement wird erforderlich sein, wenn nachhaltiges Wirtschaften mit Wasser gefragt ist. Gleick (2013)¹ spricht von einem „Soft Approach“, der den harten Infrastrukturlösungen folgen muss. Aber es geht nicht nur um semizentrale und dezentrale Konzepte in der Wasserversorgung, es geht insbesondere um lokal-spezifische Lösungen, die den sozio-kulturellen Anforderungen der NutzerInnen und den Umweltbedingungen vor Ort entsprechen. Darin liegen Chancen für lokal-spezifische Antworten und die Einbeziehung natur-basierter Lösungen. Es ist unerlässlich, ein breiteres Spektrum umweltfreundlicher Wasserquellen für Konsum und Nutzung zu erschließen und ein breites Spektrum kombinierter Optionen als Wasserquellen in Betracht zu ziehen, darunter kleinräumige Quellen (Allen, Davila & Hoffmann 2006)², dezentrale Managementtechniken zur Kontrolle von Umweltverschmutzung und gefährlichen

1 Gleick, Peter H. "Transitions to freshwater sustainability. Proceedings of the National Academy of Sciences 115.36 (2018)

2 Allen, A., Davila, J. D., & Hofmann, P. (2006b). The peri-urban water poor: Citizens or consumers? *Environment and Urbanization*, 18(2), 333-351.

Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit (Allen, 2010)³, behandeltes Abwasser als alternative Quelle (Kurian et al. 2013)⁴ sowie semizentrale Infrastrukturen (Rudolph-Cleff, 2015)⁵ und die Kombination verschiedener Skalen vernetzter und nicht-vernetzter Lösungen (Monstadt & Schramm, 2013)⁶.

Während die Bedeutung von WSUD im Regenwassermanagement und in Ökosystemdienstleistungen in nachhaltigen Projekten seit langem bewiesen ist, ist die Einbeziehung von zurückgewonnenen Nutzwasser bisher nicht ausreichend untersucht.

Dies kann als Verlust des Potenzials gesehen werden (Barton & Argue 2007)⁷, da auch häusliche Abwasser als wichtige Wasserressourcen gelten, insbesondere hinsichtlich ihrer Qualität und Nährstoffeigenschaften für den Einsatz in Landwirtschaft, Aquakultur und Gartenbau. Die Frage, wie innovative Wasseraufbereitungs-Technologien in die Wasser-Sensitive Stadtgestaltung integriert werden können, steht daher im Fokus des Projekts Resource: Mannheim.

UMWELTENTLASTUNGEN

Entlastung des Kanalsystems und Gewässerschutz

Ein wesentlicher Beitrag zur Umweltentlastung liegt in der dezentralen Rückhaltung von Niederschlagswasser und der damit verbundenen Reduktion von Abflussspitzen bei Starkregenereignissen. In konventionellen städtischen Entwässerungssystemen wird Regenwasser häufig vollständig in die Kanalisation eingeleitet. Bei intensiven Niederschlägen führt dies zu einer Überlastung der Mischwasserkanäle und kann Überläufe verursachen, bei denen ungeklärtes Abwasser in Gewässer gelangt.

Durch das im Quartier implementierte Teich- und Retentionssystem wird ein erheblicher Anteil des Niederschlagswassers vor Ort zurückgehalten und nicht unmittelbar in das öffentliche Kanalnetz abgeführt.

3 Allen, A., 2010. Neither rural nor urban: service delivery options that work for the peri-urban poor. In: Peri-urban Water and Sanitation Services. Springer, Netherlands, pp. 27–61.

4 Kurian, M., Reddy, V. R., Dietz, T., & Brdjanovic, D. (2013). Wastewater re-use for peri-urban agriculture: A viable option for adaptive water management? Sustainability science, 8(1), 47e59.

5 Rudolph-Cleff, A. (2015): Urban Interplay, in: Prominski, M. und Wang, F. (Hrsg): Urbanization and Locality, Springer 2015, S. 77-96.

6 Monstadt, J., & Schramm, S. (2013). Beyond the networked city? Suburban constellations in water and sanitation systems. In R. Keil (Ed.), Suburban constellations. Governance, land and infrastructure in the 21st century (pp. 85-94). Berlin: Jovis.

7 Barton, A., Argue, J., 2007. A review of the application of water sensitive urban design (WSUD) to residential development in Australia. Australian Journal of Water Resources 11(1).



Modellierungen mit der hydrodynamischen Software SWMM zeigen eine Reduktion des Abflussvolumens um mehr als 36 % bei einem simulierten 100-jährlichen Starkregenereignis. Damit wird deutlich, dass dezentrale Retentionsmaßnahmen nicht nur einen Beitrag zur Starkregenvorsorge leisten, sondern zugleich eine direkte Umweltentlastung empfindlicher Gewässerökosysteme ermöglichen.

Die Verringerung von Mischwasserüberläufen reduziert insbesondere den Eintrag von Nährstoffen und organischen Belastungen in die Vorflut. Solche Einträge können biologische Prozesse in Gewässern empfindlich stören und langfristig zu ökologischen Ungleichgewichten führen. Die im Projekt erreichte Entlastung besitzt daher eine hohe Relevanz für den vorsorgenden Gewässerschutz.



Ressourcenschonung durch Kreislaufführung von Wasser

Neben der Regenwasserbewirtschaftung stellt die Nutzung von Grauwasser einen weiteren zentralen Baustein der Umweltentlastung dar. Urbane Wasserinfrastrukturen sind bislang überwiegend linear organisiert: Trinkwasser wird aufwendig aufbereitet, genutzt und anschließend als Abwasser abgeleitet. ReSource:Mannheim verfolgt demgegenüber einen Ansatz der Kreislaufführung, bei dem Wasserströme differenziert betrachtet und teilweise wiederverwendet werden.

Durch die Aufbereitung und Nutzung von Grauwasser können Trinkwasserressourcen geschont und gleichzeitig Abwassermengen reduziert werden. Dies besitzt insbesondere vor dem Hintergrund zunehmender Trockenperioden und regionaler Wasserstresssituationen eine wachsende Bedeutung. Die Integration solcher Systeme im Quartiersmaßstab stellt einen innovativen Beitrag zur ressourceneffizienten Stadtentwicklung dar und unterstützt langfristig die Reduktion ökologischer Belastungen entlang der gesamten Wasserbereitstellungskette.



Mikroklimatische Entlastung und Hitzeanpassung

Ein weiterer Umweltentlastungseffekt ergibt sich aus der mikroklimatischen Wirkung des Systems. Dicht bebaute Wohnquartiere sind in besonderem Maße von sommerlicher Überhitzung betroffen. Versiegelte Flächen speichern Wärme, nächtliche Abkühlung bleibt aus, und es entstehen

Bereits nach kurzer Zeit war eine Belebung des Ökosystems und eine Erhöhung der Artenvielfalt zu beobachten, was ein wichtiger Beitrag zur Stärkung der Biodiversität im Quartier darstellt.

Quelle:FG est

städtische Wärmeinseln, die insbesondere für vulnerable Bevölkerungsgruppen gesundheitliche Risiken darstellen.

Die zentrale Wasserfläche sowie die begleitende Vegetationsstruktur wirken im Sinne der wassersensitiven Stadtgestaltung als klimaaktive Elemente. Modellierungen zeigen, dass Hitzeinseln gegenüber einer Nullvariante deutlich reduziert bzw. vermieden werden können. Wasserflächen übernehmen dabei nicht nur eine technische Funktion der Rückhaltung, sondern leisten zugleich einen Beitrag zur Verdunstungskühlung, zur Verbesserung der Aufenthaltsqualität und zur Anpassung an zunehmende Hitzebelastungen.

WISSENSCHAFTLICHE BEGLEITUNG

Damit wird deutlich, dass Umweltentlastung im Projekt nicht ausschließlich über den Gewässerschutz erfolgt, sondern auch über die Verbesserung klimatischer Bedingungen im Wohnumfeld.

Ökologische Aufwertung und naturbasierte Systemkomponenten

ReSource:Mannheim versteht die Teichanlage nicht als rein technisches Speicherbecken, sondern als naturnah gestaltetes urbanes Ökosystem. Wasserflächen übernehmen im Kontext naturbasierter Lösungen vielfältige Funktionen: Sie schaffen Lebensräume, fördern Biodiversität und wirken als sichtbare Schnittstellen zwischen technischer Infrastruktur und Naturraum.

Die Beobachtungen aus der ersten Betriebsphase zeigen, dass auch während heißer Sommermonate keine nennenswerte Algenbildung auftrat und das Wasser über weite Teile des Jahres klar blieb. Die Etablierung der Bepflanzung sowie der Einsatz stabilisierender Filterkomponenten unterstützen die ökologische Funktionsfähigkeit des Systems.

Gleichzeitig verdeutlichten Phasen ohne funktionierende Umwälzung, dass technische Betriebsparameter entscheidend für die ökologische Stabilität sind. Stehende Wasserbereiche führten zu einem massiven Auftreten von Mückenlarven und widersprachen den geplanten Betriebsbedingungen.

Da es sich bei ReSource:Mannheim um ein hybrides System zwischen naturnaher Wasserfläche und technisch gesteuerter Infrastruktur handelt, ist eine wissenschaftlich fundierte Begleitung der Inbetriebnahme und des Monitorings erforderlich. Die Einbindung von Gewässerökologen und Limnologen wird als sinnvoll erachtet, um biologische und chemische Prozesse langfristig zu analysieren, Steuerungsstrategien anzupassen und Optimierungsmaßnahmen wissenschaftlich zu begleiten.

Ein Monitoring mit einer Laufzeit von mindestens drei Jahren ab Januar 2026 ist vorgesehen, um wetterbedingte Schwankungen und ökologische Entwicklungsprozesse belastbar zu erfassen. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können nicht nur zur Optimierung des Standorts beitragen, sondern auch die Übertragbarkeit vergleichbarer Systeme in weiteren Quartiersprojekten unterstützen.

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Insgesamt leistet ReSource:Mannheim einen wesentlichen Beitrag zur Umweltentlastung auf mehreren Ebenen: durch die Reduktion von Kanalbelastungen und Gewässereinträgen, durch ressourcenschonende Wasserkreisläufe, durch mikroklimatische Anpassung an Hitzeextreme sowie durch die ökologische Aufwertung des Quartiers. Das Projekt besitzt damit einen ausgeprägten Modellcharakter für eine klimaresiliente und ressourcenschonende Stadtentwicklung und zeigt exemplarisch, wie multifunktionale Wasserinfrastrukturen im Quartiersmaßstab zur klimaangepassten Transformation urbaner Bestandsquartiere beitragen können.

Mit der Fertigstellung und gestuften Inbetriebnahme der Anlage im Jahr 2025 ist ein wesentlicher Meilenstein erreicht. Gleichzeitig beginnt damit eine entscheidende Phase der weiteren Optimierung und Verstetigung. Die vollständige Aktivierung der Wassertechnik, einschließlich der Grauwasserkomponenten, stellt eine zentrale Voraussetzung dar, um die geplanten Betriebszustände dauerhaft sicherzustellen.

AUSBLICK

Darüber hinaus besitzt ReSource:Mannheim ein hohes Transferpotenzial für weitere Kommunen, Wohnungsbaugesellschaften und Fachplanungen. Die Erfahrungen aus Planung, Umsetzung und Betrieb liefern wertvolle Hinweise für die Integration vergleichbarer Systeme in zukünftige Quartiersentwicklungen und leisten damit einen Beitrag zur Weiterentwicklung wassersensitiver Stadtgestaltung als Baustein urbaner Klimaanpassung.

Die im Rahmen der wissenschaftlichen Szenarienentwicklung nachgewiesenen Ergebnisse verdeutlichen, dass bereits der Beitrag der vergleichsweise kleinen Anlage von ReSource:Mannheim bei einer Übertragung auf den gesamtstädtischen Maßstab einen erheblichen Einfluss auf den städtischen Trinkwasserbedarf und die Entlastung der urbanen Wasserinfrastruktur entfalten kann. Gerade die Reduktion von

Trinkwasserverbräuchen und Abwassereinleitungen macht deutlich, welches Potenzial integrierte Quartierswassersysteme für eine klimaresiliente Stadtentwicklung besitzen.

ReSource:Mannheim zeigt, dass die Zukunft der Stadt nicht allein in der Ableitung von Wasser liegt, sondern in seiner bewussten Nutzung, Speicherung und Sichtbarkeit. Im Unterschied zu klassischen Schwammstadt-Konzepten, die vor allem auf Regenwasserbewirtschaftung beruhen, wird hier mit aufbereitetem Wasser eine zweite, robuste Wasserquelle erschlossen, die auch in längeren Trockenperioden verfügbar bleibt. Damit eröffnet sich ein neuer Handlungsspielraum: Wasser wird nicht nur technisch gemanagt, sondern als gestaltendes Element einer lebenswerten Stadt verstanden.

Denn die Qualität solcher Systeme bemisst sich nicht ausschließlich in Kennwerten und Messreihen. Sie zeigt sich ebenso in der Aufenthaltsqualität, im Mikroklima, in der Atmosphäre eines Innenhofs, in der spürbaren Präsenz von Wasser als Ressource und als Teil des Alltags. Gerade diese gestalterischen und sozialen Dimensionen sind entscheidend, um Klimaanpassung nicht nur als technische Notwendigkeit, sondern als Chance für bessere Stadträume zu begreifen.

Im Vordergrund steht damit nicht der Selbstzweck innovativer Technologien, sondern die Aufgabe, Stadtlandschaften nachhaltig weiterzuentwickeln und Brücken zu schlagen: zwischen grauer und blau-grüner Infrastruktur, zwischen Wasserwirtschaft und Freiraum, zwischen Ressource und Lebenswelt. Die Infrastruktur der Wasserversorgung neu zu denken bedeutet, auch unser Verhältnis zum Wasser neu zu definieren – als etwas, das nicht verschwindet, sondern Teil eines Kreislaufs bleibt.

So macht ReSource:Mannheim Mut, alternative Wasserressourcen bewusst als Chance zu begreifen und auch im kleinen Maßstab in zukünftige Stadtentwicklungsprojekte zu integrieren. Zugleich eröffnet das Vorhaben Perspektiven für eine Ausweitung integrierter Wasserkreisläufe auf weitere Gebäudetypologien und Nutzungskontexte. Die Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse stellt eine zentrale Aufgabe zukünftiger Entwicklungen dar – denn wie Henk Ovink, Sonderbeauftragter der Vereinten Nationen für Wasserfragen, formuliert: Die Vielfalt der Wasserprobleme bedeutet zugleich, dass Herausforderungen immer auch Chancen sind (Ovink 2017).⁸

⁸ Ovink, Henk Boejenga, Jelte (Hrsgb): "Too Big: Rebuild by Design: A Transformative Approach to Climate Change, Nai010 Publishers, 2018

DISSEMINATION

Resource: Mannheim ist während der Entwicklungszeit in verschiedene Publikationen eingeflossen, wurde auf der IFAT in München und der Bundesgartenschau 2023 in Mannheim vorgestellt und im Rahmen der Woche der Umwelt 2024 der dbu ausgestellt. Die Inhalte fließen auch in die Lehre an der TU Darmstadt, der HS Erfurt und der Leibniz Universität Hannover ein.

- Projektwebsite: www.resourcewater.de
- DBU Website:
www.dbu.de/projektbeispiele/resource-mannheim-regen-und-grauwassermanagement/
- TU Darmstadt,
Fachgebiet Entwerfen und Stadtentwicklung,
Prof. Dr. Annette Rudolph-Cleff,
www.stadt.architektur.tu-darmstadt.de
- Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung
Prof. Dr.-Ing. Jochen Hack
www.umwelt.uni-hannover.de

VERÖFFENTLICHUNGEN

Gehrmann, Simon & Helms, Frederik (2025): Wasser neu denken - Resource Mannheim, erste Schriotte in Ricuhtung zero Water City in: wwt Wasserwirtschaft 53/2025

Schulze, Gehrmann, Somvanshi, Rudolph-Cleff (2024): From District to City Scale: The Potential of Water-Sensitive Urban Design (WSUD) In: Water 2024, 16(4), 582; <https://doi.org/10.3390/w16040582>

Thadeusz und Rudolph-Cleff (2022): „Das erratische Element“ In: Der Spiegel, Nr. 37 vom 10.09.2022, S. 102-104.

Rudolph-Cleff (2022): „Wir haben die Dramatik noch nicht verstanden.“ In: Der Spiegel Nr. 30 vom 23.07.2022, S. 89.

Rudolph-Cleff (2020): Das blaue Wunder. Vom Preis und Wert des Wassers, in: der architekt 5/2020, S. 16-20.

Rudolph-Cleff, S. Gehrmann (2020) Water as a Resource. In: Wang F., Prominski M. (eds) Water-Related Urbanization and Locality. Springer, Singapore, p. 219-236.

M. Winker, S. Gehrmann, E. Schramm, M. Zimmermann, A. Rudolph-Cleff, A. (2019): Greening and cooling the city using novel urban water systems: a European perspective, Chapter 21, in: Sharma, A: Approaches to Water-sensitive Urban Design, Elsevier.

VORTRÄGE UND KONFERENZBEITRÄGE

Vortrag Rudolph-Cleff „Ressourcen“
BDA Lörrach in Kooperation mit der Stadt Lörrach
17. April 2024, Stadtparkasse Lörrach

Vortrag Rudolph-Cleff
Kármán Conference „Sustainable Energy Transitions in the Built Environment“
27-28 Mai 2024, Energy Research Center, RWTH Aachen

Vortrag Rudolph-Cleff „Blaue Grüne Städte“,
9. Januar 2025, Lions Club Mannheim Rhein Neckar, Mannheim

Vortrag: Blaue Grüne Städte
Forum Zukunft Baden-Baden
27.09.2023, Rathaus der Stadt Baden-Baden

Vortrag Rudolph-Cleff „Resource Water. Wasser-sensitive Stadtgestaltung“

Vortragsreihe Standpunkte der Stadt Friedrichshafen

15. Oct 2024 Graf-Zeppelin-Haus in Friedrichshafen

Vorstellung emergenCity

02. April 2024 | Besuch MdL Thorsten Leveringhaus

Wissenschaftsschloss, TU Darmstadt

Woche der Umwelt 2024, Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Vorstellung des dbu-Projekts Resource : Mannheim

04.- 05.Juni.2024| Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier

Schloss Bellevue, Berlin

Open eHub Day im Rahmen der emergenCity Week

13. Juni 2024 | Besuch Timon Gremmels

Hessischer Minister für Wissenschaft und Forschung, Kunst und Kultur

TU Lichtwiese, eHub

DANKSAGUNG

Allen voran gilt unser besonderer Dank der GBG Unternehmensgruppe, die mit ReSource:Mannheim den Mut bewiesen hat, ein solches Modellvorhaben im Kontext des kommunalen Wohnungsbaus zu realisieren. Mit diesem Projekt wurde eindrucksvoll gezeigt, dass integrierte, klimaangepasste Wassersysteme nicht auf exklusive Einzelentwicklungen beschränkt sind, sondern auch im Bestand und im Rahmen einer gemeinwohlorientierten Quartiersentwicklung umgesetzt werden können. Die GBG hat damit einen wichtigen Beitrag geleistet, um innovative Ansätze der Wasserbewirtschaftung als Bestandteil zukunftsfähiger Stadtentwicklung zu etablieren.

Unser Dank gilt darüber hinaus allen Projektpartnerinnen und Projektpartnern, die ReSource:Mannheim mit Offenheit, Vertrauen und großem Engagement begleitet haben. Sie haben Unsicherheiten angenommen, neue Wege beschritten und gemeinsam ein Vorhaben umgesetzt, das in dieser Form Neuland darstellt. Ohne diese Bereitschaft, innovative Ansätze zu erproben und über etablierte Standards hinauszudenken, wäre die Realisierung des Projekts nicht möglich gewesen.

Besonders wertvoll war dabei die gemeinsame Überzeugung, dass auch im Quartiersmaßstab neue Zukunftsbilder entstehen können: Städte, die Wasser nicht nur ableiten, sondern als Ressource begreifen, in Kreisläufen denken und alternative Wasserquellen als Chance nutzen. Dass Menschen an solche Ideen glauben – an Visionen wie Zero Water Cities – und bereit sind, diese in die Praxis zu übersetzen, ist keineswegs selbstverständlich. Für dieses Vertrauen und die Offenheit, gemeinsam neue Wege zu gehen, sind wir sehr dankbar.

ReSource:Mannheim steht damit nicht nur für ein technisches oder planerisches Konzept, sondern auch für eine gemeinsame Haltung: Wasser im urbanen Raum als wertvollen Bestandteil lebenswerter Stadtlandschaften zu verstehen.

Als Architektinnen und Architekten erfüllt es uns mit besonderem Stolz, mit diesem Projekt einen Beitrag leisten zu dürfen – durch Gestaltung, durch räumliche Qualität und durch die Überzeugung, dass klimaangepasste Infrastruktur nicht nur funktionieren, sondern auch erlebbar und identitätsstiftend sein kann.

ANLAGE: FUNKTIONALE LEISTUNGSBESCHREIBUNG GRAUWASSER (FLB)

7. Leistungsbeschreibung Grau- und Regenwassermanagement

7.1 Vorbemerkungen

7.1.1 Kurzbeschreibung des Gesamtkonzeptes

Das in den Haushalten anfallende Grauwasser wird gesammelt, aufbereitet und als Brauchwasser für die Toilettenspülung und ggf. Wäsche waschen wiederverwendet. Überschüssiges behandeltes Grauwasser wird in die Teichanlagen/Wasserlandschaft abgeleitet. In den Teichanlagen wird zudem Regenwasser gesammelt und gespeichert. Das Teichwasser wird als Bewässerungswasser verwendet. Tritt ein Brauchwassermangel auf, kann Regenwasser aus der Teichanlage der Grauwasserbehandlung zugeführt werden. Das Teichbauwerk soll zudem als Rückhaltebauwerk im Falle eines Starkregenereignisses dienen. Überschüssiges Teichwasser wird über Rigolen versickert.

Gegenstand der folgenden funktionalen Beschreibung ist die Grauwasserbehandlung sowie die technische Ausrüstung der Wasserlandschaft. Die technischen Komponenten des Grau- und Regenwassermanagementsystems sind im beigefügten R&I-Schema dargestellt.

Die Anlagenforschung wird durch den DBU gefördert und ist Teil eines Forschungsprojektes,

das gemeinsam mit der TU Darmstadt erarbeitet wurde. Während der Erstellung der Anlage

wird die Hochschule das Projekt begleitet, diese dokumentiert den Baufortschritt und wird

einen Leitfaden für zukünftige Bauvorhaben erstellen, bei denen ähnliche oder gleiche Technologien der Grauwasseraufbereitung und -nutzung in Verbindung mit einem ökologischen Regenwassermanagement im Rahmen einer Schwammstadtkonzeption eingesetzt werden sollen. Bei der Auswahl der zum Einsatz kommenden technischen Ausrüstung ist die Hochschule mit einzubeziehen, jedoch trifft der AN letztendlich unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten die Entscheidung, welche Hersteller er einsetzt.

7.2 Grauwasserbehandlung

7.2.1 Abwasserherkunft, Menge und Charakterisierung

Das Grauwasser von 74 Wohneinheiten (Riegel Mitte und Riegel Ost) wird getrennt vom

Schwarzwasser erfasst. Es wird von 200 angeschlossenen Einwohnern ausgegangen. Das

Grauwasser umfasst die Abwasserströme aus Handwaschbecken und Duschen/ Bade-wannen (Typ B1 nach DWA-M 277). Der Grauwasseranfall wird mit $55 \text{ l}/(\text{E} \cdot \text{d})$ angesetzt. Dies entspricht ca. 11.000 l/d zu behandelndes Grauwasser. Die Grauwassercharakteristik kann dem Merkblatt DWA-M 277 entnommen werden.

7.2.2 Grundlagen und Mindestanforderungen

Das Brauchwasser soll für die Toilettenspülung und auf freiwilliger Basis für das Wäsche-waschen verwendet werden. Nach DWA-M 277 handelt es sich um die Nutzungsklasse C2.

Das behandelte Grauwasser soll die Grenzwerte der EU-Richtlinie für Badegewässer

einhalten. Die wesentlichen Qualitätskriterien sind nachfolgend zusammengefasst. Die Grenzwerte sind am Verwendungsort einzuhalten.

BSB₅ < 5 mg/l

Trübung < 2 NTU

O₂ Sättigung > 50%

pH 6,5-9,5

Gesamt Coliforme < 10⁴/100 ml

Fäkale Coliforme < 10³/100 ml

P. aeruginosa < 10²/100 ml

7.2.3 Grauwasserbehandlungsanlage

Die Grauwasserbehandlung wird im Technikraum, einem Kellerraum an der nördlichen

Verbindung zwischen den Riegeln Ost und Mitte, installiert und umfasst im Wesentlichen die

folgenden Komponenten:

- Grobfiltration (A)
- Grauwasserspeichertank 1 und 2 (B und C)
- Grauwasserfiltrationstank (D)
- Membranfiltration (E)
- Brauch-/Servicewassertank 1 und 2 (F und G)
- Brauchwasserpumpstation
- Brauchwasservorlagentank (H)

Siehe hierzu auch das beigegefügte R&I-Schema.

7.2.3.1 Grobfiltration (A)

Die vorgeschaltete Grobfiltration dient der Entfernung von im Grauwasser enthaltenen

Grobstoffen und besteht aus einem Spaltsieb mit einer Spaltweite von 0,5 mm und

automatischer Rückspülung. Die hier abgeschiedenen Grobstoffe werden in die öffentliche

Kanalisation abgeleitet. Die Rückspülung erfolgt mit aufbereitetem Brauchwasser mittels

einer festinstallierten automatikgesteuerten Rückspülpumpe (s. Pkt. 2.3.8, P 9) Fabrikat:

Dehoust GmbH, Typ Grobfilter Trident MAX II

7.2.3.2 Grauwasserspeichertank 1 und 2 (B und C)

Der Grauwassertank 1 dient der Zwischenspeicherung und

Vergleichmäßigung der

Beschickung der biologischen Grauwasserbehandlungsanlage bestehend aus:

- Geschlossener Tank mit Volumen 4 m³, aus Polyethylen (HDPE)
- Entleerungshahn, angeschlossen an Schmutzwasserkanal
- Notüberlauf, angeschlossen an Schmutzwasserkanal

Schwimmschalter zur Überwachung eines minimalen Wasserstands

Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ Grauwasser-Sammeltank DF 4.000

Der Grauwassertank 1 erhält eine Belüftungseinheit bestehend aus:

- Feinporige Membranschlauchbelüfter (PVC) inkl. Zubehör
- Luftkompressor für Grauwassertank 1 und 2, max. 48 dB(A)

Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ Belüftungseinrichtung für GW-Sammeltank

Der Grauwassertank 2 dient der Erhöhung der Grauwasserspeicherkapazität und ist

hydraulisch mit dem Grauwassertank 1 verbunden bestehend aus:

- Volumen: 4 m³, aus Polyethylen (HDPE)

Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ: Grauwasser Erweiterungstank mit Basispaket DF untere

Verbindung und Absperrhahn.

Der Grauwassertank 2 erhält ebenfalls eine Belüftungseinheit bestehend aus:

- Feinporige Membranschlauchbelüfter (PVC) inkl. Zubehör
- Fabrikat:

Dehoust GmbH, Typ EP Belüftungseinheit GW-Sammeltank

Im Grauwassertank 2 sind zusätzlich installiert:

- Grauwassertankpumpe zur Beschickung des Filtrationstanks als Abwasserpumpe mit Pumpengehäuse aus Edelstahl Wst. Nr. 1.430, Thermoschutzschalter, Pumpenschlauch, inkl. Zubehör für Installation der Pumpe und Kabel in erforderlicher Länge.

Die Ansteuerung der Pumpe und des zugehörigen Schwimmschalters erfolgt über die Mess-einrichtung im Grauwassertank 1 Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ GW-Batchpumpe DOC 7.

7.2.3.3 Grauwasserfiltrationstank (D)

Im Grauwasserfiltrationstank erfolgt die aerobe biologische Reinigung des Grauwassers. Der

Tank hat folgende technische Parameter und Einbauten:

- Volumen 2,5 m³, aus HDPE
- Reinigungsdom
- Gewindeeinsatz zur Tankentlüftung
- Entleerungshahn
- Notüberlaufstutzen mit Anschluss an Kanalisation

- Füllstandüberwachung mittels Schwimmschalter (für minimalen und maximalen Wasserstand)

Die Belüftungseinheit bestehend aus:

- Membranrohrbelüfter EMR6 -silcoa
- Luftkompressor für Filtrationstank, max. 48 dB(A)

Am Bodenablauf des Tanks erfolgt die Installation einer frequenzgeregelten horizontalen

Kreiselpumpe. Gehäuse der Kreispumpe aus Edelstahl, Wst.-Nr. 1.4301

7.2.3.4 Membranfiltration (E)

Membranfiltration bestehend aus:

- Ultrafiltration (20nm) mit trocken aufgestellten Hohlfasermembranen, geeignet für Grauwasser und mit geringer Fouling-/Scalingneigung
- mit automatischen Integrationstest (Druckhaltetest)
- Filtration im Dead-End-Betrieb mit wechselseitiger Beschickung von oben und unten
- Energieeinsatz bis zu 0,5 kWh/m³ behandeltes Grauwasser

Die Beschickung der Filtration erfolgt mit einer frequenzgeregelten horizontalen Kreispumpe. Das Gehäuse der Pumpe ist aus Edelstahl, Wst.-Nr. 1.4301

Die Steuerung der Prozesse erfolgt:

- über eine hydraulische Ansteuerung der motorgesteuerten Kugelhähne

mit Stellungsrückmeldung S2A und Durchflussmessung mittels Ultraschall- Durchflusssensoren

- Füllstandsüberwachung des Betriebswasserspeichers (F und E, s.u.)

mittels Druckmessumformer

- Regelung und Überwachung von Nachspeiseprozessen (Trinkwasser,

Regenwasser, s.u.)

Die dafür installierte Siemens Sinematic Steuerung S7 -1200 mit hochauflösendem 4 Zoll

TFT -Touchscreen- Display ermöglicht

- Visualisierung von Füllständen, Filtrations- und Rückspülprozessen,
- Regelung biologischer Reinigungsstufe und Filtrationsprozess,
- Erstellung von Wasserbilanzen, Ausgabe von Leistungsdaten,
- Chronik von Alarmmeldungen und Betriebsereignissen,
- und verfügt über:

ein Integriertes Webinterface für Remotezugriff in Echtzeit,

- einfacher Anschluss über LAN oder WLAN zur Ausgabe von Protokolldateien, automatische Softwareaktualisierung und Versenden von Statusmeldungen (Email, SMS)

Komponenten Grauwasserfiltrationstank (D) und Membranfiltration (E)

Fabrikat: Dehoust GmbH, Grauwasseranlage Multibore-Station MB 80 W inkl. Grauwasserfiltrationstank und Belüftungseinheit (Artikel-Nr. 813363)

7.2.3.5 Brauch-/ Servicewassertank (F und G)

Der Brauchwassertank 1 dient zur Zwischenspeicherung von Brauchwasser und dem Schutz

des Trinkwassers vor Betriebswasser (Gefährdungsklasse 5 nach EN1717):

- Volumen: 4 m³, aus Polyethylen (HDPE)
- Reinigungsdom für Inspektionszwecke
- Überlaufstutzen mit Anschluss an Kanalisation

Anschlussleitung für Verbindung zu zweiten Brauchwasservorlagentank

Der Brauchwassertank 2 dient der Erhöhung der Brauchwasserspeicherkapazität und ist hydraulisch mit dem Grauwassertank 1 gekoppelt:

- Volumen: 4 m³, aus Polyethylen (HDPE)
- Überlauf in Brauchwasservorlage (H)

Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ: Grauwasser Erweiterungstank mit Basispaket DF untere

Verbindung und Absperrhahn

7.2.3.6 Brauchwasserpumpstation

Die Brauchwasserpumpstation ist mit Brauchwasserpumpen zur Förderung von Brauchwasser aus Brauchwassertank 1 und 2 in die Haushalte ausgestattet:

- Doppelpumpenanlage mit selbstansaugenden, mehrstufigen, horizontalen Kreiselpumpen und elektronischer Steuerung mit Touchscreen
- Förderleistung Q_{max} 9 m³/h, H_{max} 58 m.
- Installation auf Metallrahmen mit Gummipuffer und Abdeckhaube

Die Steuerung erfolgt:

- Wechselseitiger Anlauf der Pumpen, Zuschaltung 2. Pumpe bei Spitzenbedarf
- Fernabfrage über Smartphone, Tablet oder PC durch einfache und sichere Anbindung der Steuerung an das häusliche LAN oder WLAN - Netz

- Fernanzeige von Betriebszuständen, Wartungsinformationen und Störmeldungen

Fabrikat: Dehoust GmbH, Typ: CONNECT 8-50 DPA

- Membranausdehnungsgefäß mit Volumen von 100 l zur Vermeidung von Druckstößen und Verringerung der Schalthäufigkeit inkl. erforderlichem Anschlussmaterial

Fabrikat: Dehoust GmbH, Artikel Nr. 812210 und 812185

Zur Desinfektion des aufbereiteten Brauch-/Servicewassers erfolgt die Installation einer UV-Desinfektionsanlage, abgestimmt auf die betrieblichen Erfordernisse. Die Installation kann sowohl in den Brauchwassertanks 1 und 2 als auch in der Druckleitung nach dem Membran-ausdehnungsgefäß erfolgen. Die Desinfektion hat den Anforderungen der TWVO zu genügen.

7.2.3.7 Brauchwasservorlagetank (H)

Brauchwasser, welches nicht in den Haushalten für Toilettenspülung oder Wäsche waschen

benötigt wird, soll in die Wasserlandschaft/Teichanlage eingespeist werden. Als Pumpen-vorlage ist eine Brauchwasservorlage zu installieren:

- Zulauf durch Überlauf von Brauchwassertank 2,
- Volumen 2 m³ aus PEHD
- Schwimmschalter oben und unten
- Temperatur und Sauerstoffmessung

Zur Hygienisierung des Brauchwassers ist eine UV-Desinfektionsanlage, mit Bypass-

Möglichkeit im Falle eines Rohrreaktors, vorzusehen.

7.2.3.8 Brauchwasserpumpen zur Wasserlandschaft

Das überschüssige Service-/Brauchwasser ist der Wasserlandschaft zuzuführen. Hierfür wird

im Technikraum der Grauwasseraufbereitung eine Pumpstation installiert, die das Brauch-wasser diskontinuierlich der Wasserlandschaft zuführt.

Förderleistung der Pumpen:

$$Q = 0,10 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_p \text{ ca. } 6,0 \text{ m}$$

7.2.3.9 Sonstige betriebsrelevante Komponenten

folgende Komponenten sind vorzusehen:

- Rückspülpumpe P₉ für Membranfiltration und Grobfiltration, zur Entleerung des Brauchwassertanks 1 und 2
- Förderleistung mind. 6,0 m³/h bei 3 bar

Das Rückspülwasser aus der Membranfiltrationseinheit wird in den

Grauwassertank 1 gepumpt, das Rückspülwasser des Grobfilters wird in die Kanalisation geleitet

- Entleerung der Gesamtanlage in die Kanalisation
- Installation einer Abwasserhebeanlage zur Kanalisation
- MSR-Technik wie im R&I-Fließbild dargestellt (*Sensible Daten, nicht Teil der Veröffentlichung*)

7.2.10 Technikraum

Die unter Punkt 7.2.3 beschriebenen Komponenten der Grauwasseraufbereitungsanlage und der peripheren Anlagen werden in einem Technikraum im Kellergeschoss installiert.

Der Technikraum der Grauwasseranlage ist mit einem Lüftungsgerät auszustatten, welches

feuchtegeführt ist und einen einfachen Luftwechsel erreicht. Das Lüftungsgerät kann eine

autarke Regelung besitzen, welche sich im Raum der Grauwasseranlage befindet. Die

Betriebs- und Störmeldungen sollen auf die Regelung in der Fernwärmezentrale aufgeschaltet werden und eine Meldung generieren. Die Grauwasseranlage steht unterhalb der Rückstauenebene.

Zum Anschluss der Grauwassernutzungsanlage an die Kanalisation ist eine Schmutzwasserhebeanlage vorzusehen, welche das anfallende Grauwasser über die Rückstauenebene fördert und somit den Raum vor Überflutung schützt. Die Hebeanlage ist redundant auszuführen, so dass diese auch bei Ausfall einer Entsorgungspumpe das anfallende Grauwasser entsorgen kann. Die zu fördernde Abwassermenge ist im schlechtesten Fall die gesamte Grauwassermenge, welche in den Gebäuden anfällt. Die Fördermenge sollte daher min. 18 m³/h betragen.

