

# Projekt WAWUR - Wild abfließendes Wasser in urbanen Räumen

## Projektantrag in der vom Projektträger bewilligten Fassung vom 06.11.2018 (gekürzt)

|  |   |
|--|---|
| Projekttitel:  | Wild abfließendes Wasser in urbanen Räumen  |
| Akronym:   | WAWUR   |
| Förderprogramm:  | Förderung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel gemäß Bekanntmachung des BMUB vom 01.08.2017                                 |
| Förderschwerpunkt:   | Kommunale Leuchtturmvorhaben sowie Aufbau von lokalen und regionalen Kooperationen  |
| Antragsteller:   | Landeshauptstadt Dresden  |
| geplante Laufzeit:   | 01.07.2019 bis 30.06.2022   |
| Datum Erstantrag:  | 02.05.2018  |
| Zuordnung zu Handlungsfeldern der Deutschen Anpassungsstrategie: | Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz  |
| Schlagworte:   | Starkregen, wild abfließendes Wasser, Gebäudebestand, Gebäudetypen, Schadensanalyse, Eigenvorsorge, 3D-Stadtmodell, baulicher Bestand |

### 1 Gesamtziel des Vorhabens

Starkregen und der Umgang mit dadurch induziertem wild abfließendem Wasser in wassersensiblen Stadtplanungen beschäftigt Wasserwirtschaftler, Städteplaner und Wissenschaftler seit vielen Jahren. Es werden bereits verschiedene Ansätze zur Bestimmung der Risiken und zur Beachtung der Thematik bei künftigen Vorhaben bzw. bei größeren Stadtumbauten verfolgt. Einen guten Überblick bieten hierzu beispielhaft Veröffentlichungen des BBSR<sup>1 2</sup> sowie der Universität Stuttgart<sup>3</sup>.

Schäden infolge von Starkregen entstehen allerdings auch schon heute kleinteilig im baulichen Bestand mit vielen privaten Betroffenen. Diesen Risiken kann mit Mitteln der Stadtplanung und des Stadtumbaus nicht ohne Weiteres begegnet werden. Deshalb gibt es für potentiell private Betroffene zusätzlich zu Starkregenrisikokarten verschiedene Merkblätter und Broschüren, die – abstrahiert – mögliche Maßnahmen an Gebäuden aufzeigen, so z. B. Leitfäden der Stadtentwässerungsbetriebe

---

<sup>1</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Hochwasser: Vor- und Nachsorge. Forschungsprojekte zu baulichen und planerischen Handlungsoptionen vom Objektschutz bis zur Makroregion. BBSR-Analysen KOMPAKT 08/2014. Bonn, September 2014

<sup>2</sup> Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung: Überflutungs- und Hitzevorsorge durch die Stadtentwicklung. Strategien und Maßnahmen zum Regenwassermanagement gegen urbane Sturzfluten und überhitzte Städte. Bonn, April 2015

<sup>3</sup> Universität Stuttgart: Wassersensible Stadt- und Freiraumplanung. Handlungsstrategien und Maßnahmenkonzepte zur Anpassung an Klimatrends und Extremwetter. Stuttgart, Dezember 2016

Köln<sup>4</sup>, der DWA-Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge<sup>5</sup> oder Veröffentlichungen des BMUB<sup>6</sup> sowie des BBK<sup>7</sup>.

Praktisch betreiben potentiell Betroffene allerdings kaum eine entsprechende Vorsorge; siehe hierzu UBA-Schriftenreihe Climate Change 20/2017<sup>8</sup>. Dies liegt unter anderem an überwiegend nur allgemeinen Aussagen, die in Veröffentlichungen wie den o. g. getroffen werden können. Die fehlende „Übersetzung“ für die Betroffenen auf das jeweilige Gebäude und dessen konkrete Gefährdungssituation ist ein wesentliches Hemmnis für den Einzelnen, abstrakte Risiken als für sich relevant zu identifizieren und entsprechend aktiv zu werden. Im Dialog mit Betroffenen zeigt sich, dass diese motiviert werden können, sich mit konkreten Gefahrensituationen auseinanderzusetzen, wenn Risikoaussagen und Empfehlungen für Anpassungsmaßnahmen nicht allgemein erfolgen, sondern sich beispielhaft auf die konkrete Gebäudesituation und ortsspezifische Gefährdungen beziehen.

Ziel des WAWUR-Projektes ist es, über die Bestimmung der Starkregenisiken und deren Berücksichtigung in städtebaulichen Planungen und bei der Hochwasserabwehr hinaus, gebäudetyp- und gefährdungskonkrete Grundlagen und Ansätze zur Schadensminderung für den Gebäudebestand zur Verfügung zu stellen. Dies soll Multiplikatoren helfen, die im urbanen Bestand potentiell betroffenen privaten Grundstücks- bzw. Gebäudeeigentümer zu motivieren und zu befähigen, individuelle bauliche Eigenvorsorge gegen potentielle Schäden infolge von Starkregen zu betreiben.

## 1.1 Bisherige Arbeiten des Antragstellers und Vorstellung des Teams

Alle Projekt- und Umsetzungspartner haben vielfältige Erfahrungen in der Mitwirkung und Führung verschiedenster Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Sie beschäftigen sich seit vielen Jahren fachlich intensiv mit Themen des Klimawandels und haben in entsprechenden Projekten, wie z. B. REGKLAM, RIMAX<sup>9</sup>, STRIMA<sup>10</sup> oder FloRiCiMo<sup>11</sup> zusammengearbeitet. Neben ihren fachlichen Kompetenzen bringen die Projektpartner Daten und Modelle in das Projekt ein. Sie sind versiert im Umgang mit komplexen Daten in Datenbanken, GIS-Systemen und Modellierungssoftware sowie in der Visualisierung komplexer Sachverhalte. Sie sind mit den etablierten Arbeitsweisen der öffentlichen Verwaltung vertraut und haben bereits außerordentliche Kenntnisse der konkreten Dresdner Verhältnisse.

Die Landeshauptstadt Dresden und die Projektpartner wollen mit dem WAWUR-Projekt die eigene Kompetenz im Umgang mit wild abfließendem Wasser nach Starkregen in der Stadt so qualifizieren, dass sie Betroffene möglichst orts- und gebäudekonkret beraten können. Mit seinen fachlichen Kompetenzen und seinen mit der Erstellung und Umsetzung komplexer umweltfachlicher Planungen und Projekte verbundenen organisatorisch-administrativen Erfahrungen ist das Umweltamt der Landeshauptstadt Dresden in der Lage, das beantragte Vorhaben umzusetzen. Weitere Expertise wird

---

<sup>4</sup> Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR: Leitfaden für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung in Köln. Köln, Dezember 2016 sowie Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR: Wassersensibel planen und bauen in Köln. Leitfaden zur Starkregenvorsorge für Hauseigentümer, Bauwillige und Architekten. Köln, Dezember 2016

<sup>5</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge. Hennef, August 2013

<sup>6</sup> Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Hochwasserschutzfibel. Objektschutz und bauliche Vorsorge. Berlin, August 2016

<sup>7</sup> Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe: Die unterschätzten Risiken „Starkregen“ und „Sturzfluten“. Ein Handbuch für Bürger und Kommunen. Bonn, Dezember 2015

<sup>8</sup> Umweltbundesamt: Was motiviert zur Eigenvorsorge? Motivationseffekte von Beteiligungsprozessen in der Klimawandelanpassung. Schriftenreihe climate change 20/2017. Dessau-Roßlau, August 2017

<sup>9</sup> Projekt RIMAX – Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse, Internet: <http://www.rimax-hochwasser.de/>; Abruf am 27.03.2018

<sup>10</sup> Projekt STRIMA – Sächsisch-Tschechisches Hochwasserrisikomanagement; Internet: <http://strima-ziel3.eu/strima/>; Abruf am 27.03.2018

<sup>11</sup> Projekt FloRiCiMo – Hochwasserrisikoanalyse im urbanen Raum auf der Basis von gekoppelten hydrodynamisch numerischen Modellen und 3D-Stadtmodellen; Internet: <https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/iwd/wasserbau/forschung/floricimo>; Abruf am 27.03.2018

durch die Kooperationspartner Amt für Geodaten und Kataster der Landeshauptstadt Dresden und Stadtentwässerung Dresden GmbH, die Fachberatung seitens des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie sowie die zu beauftragenden Umsetzungspartner in das Projekt eingebracht.

Antragsteller: Landeshauptstadt Dresden, Umweltamt<sup>12</sup>

- zuständig innerhalb der Landeshauptstadt Dresden u. a. für Landschaftsplan, Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept, Plan Hochwasservorsorge Dresden, Bereitstellung von Umweltdaten gemäß INSPIRE, Aufbereitung von Umweltfachdaten für den Themenstadtplan
- projektrelevante Fachkompetenz: Niederschlag-Abfluss-Modellierung, Starkregenszenarien, Hochwasserrisikomanagement-Planungen, 3D-Stadtmodell, Anwendung von Gebäudetypen
- projektrelevante Daten u. a.: Gewässersysteme, Realregenanalysen, 3D-Erosionsanalysen, ...
- regelmäßig intensiver Kontakt zu Betroffenen nach Starkregenereignissen

Kooperationspartner: Landeshauptstadt Dresden, Amt für Geodaten und Kataster<sup>13</sup>

- zuständig innerhalb der Landeshauptstadt Dresden u. a. für ALKIS, Digitale Stadtkarte Dresden (DSK-DD), 3D-Stadtmodell, Geodateninfrastruktur Dresden (GDI-DD), Themenstadtplan
- projektrelevante Daten u. a.: DGM/DOM, ALKIS, Verkehrsknotennetz, öffentliche Flächen und öffentlicher Verkehrsraum, Leitungsinformationen städtischer Ämter/Betriebe, 3D-Stadtmodell
- projektrelevante Fachkompetenz: Pflege und Weiterentwicklung der genannten Datenbestände, insb. des 3D-Stadtmodells

Kooperationspartner: Stadtentwässerung Dresden GmbH<sup>14</sup>

- zuständig für Abwasserableitung und -behandlung in Dresden und Umlandgemeinden
- projektrelevante Daten u. a.: Abwassernetz, Kanalnetzmodell, Regendatenreihen aus über 20 Messstationen, tatsächlich festgestellte Überstauungen aus der Kanalisation
- projektrelevante Fachkompetenz: Kanalnetz- und Abflussmodellierung, Starkregenszenarien
- regelmäßig intensiver Kontakt zu Betroffenen nach Starkregenereignissen

Fachberatung: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie<sup>15</sup> (LfULG)

- projektrelevante Daten: Gebäudetypen aus bisherigen Projekten
- projektrelevante Fachkompetenz: Meteorologie, Grundlagen Starkregen, Hydrologie, Schadenspotentiale, Methodenentwicklung Gebäudetypen

Umsetzungspartner A:

- langjährige Erfahrungen in der Entwicklung und Begleitung von Entwässerungs- und Überflutungsschutzkonzepten und Hochwasserrisikomanagementplänen in Dresden
- projektrelevante Fachkompetenz: hydrologische und hydraulische Modellierungen, Kanalnetzberechnungen, Oberflächenabflussmodellierungen, Korrektur, Auswertung und Analysen von Radarrohdaten des DWD, Datenvernetzung und -modellierung, Entwicklung

---

<sup>12</sup> Internetauftritt: <http://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt.php>; Abruf am 27.03.2018

<sup>13</sup> Internetauftritt: <http://www.dresden.de/de/leben/stadtportrait/statistik/Geoinformationen.php>; abruf am 27.03.2018

<sup>14</sup> Internetauftritt: <http://www.stadtentwaesserung-dresden.de/>; Abruf am 27.03.2018

<sup>15</sup> Internetauftritt: <https://www.smul.sachsen.de/lfulg/>; Abruf am 27.03.2018

fachspezifischer Software für die Kanalnetzberechnung sowie WEB-basierte Anwendungen für das Management von Niederschlag- und Abflussmessdaten

- Projektpartner der Forschungsprojekte SYNOPSE – Synthetische Niederschlagszeitreihen für die optimale Planung von Stadtentwässerungssystemen<sup>16</sup> und EVUS - Echtzeitvorhersage für urbane Sturzfluten und damit verbundene Wasserkontamination<sup>17</sup>

Umsetzungspartner B:

- langjährige Erfahrungen in der Entwicklung der Methodik der synthetischen Schadensanalyse für Gebäudetypen und Anwendung in nationalen und europäischen Projekten
- projektrelevante Fachkompetenz: Methodenentwicklung und Anwendung von Gebäudetypen, Verletzbarkeits- und Schadensanalysen, Spezifizierung gebäudetypischer Maßnahmen der Bauvorsorge einschließlich der Bewertung ihrer schadenreduzierenden Wirkungen

Umsetzungspartner C:

- langjährige Erfahrungen in der Entwicklung und Anwendung komplexer 3D-Stadtmodelle
- projektrelevante Fachkompetenz: 3D-Stadtmodelle, Aufbereitung von 2D-Daten zu 3D-Flächenelementen, Datenvernetzung und -modellierung, Prozessentwicklung und Visualisierung, Entwicklung von Schnittstellen Visualisierung dynamischer Daten

## 2 Projektinhalt und -bearbeitung

Im WAWUR-Projekt wird die bereits etablierte Methodik der synthetischen Schadensanalyse von Gebäudetypen hinsichtlich möglicher Folgen von Naturgefahren auf Starkregen angewandt.

Dazu werden die potentiellen Gefährdungen gemäß DWA-Merkblatt 119<sup>18</sup> für eine statistisch und räumlich breit aufgestellte Serie an Starkniederschlägen und vertieft für im Rahmen der Projektbearbeitung noch auszuwählende, dicht besiedelte Gebiete innerhalb des Dresdner Elbtalkessels (Brennpunkte) über die Kopplung von 2D-Oberflächenmodellen mit 1D-Kanalnetz-Modellen ermittelt, wie dies z. B. bereits in Lübeck (Projekt RainAhead<sup>19</sup>) oder Bremen (Projekt KLAS<sup>20</sup>) erfolgte. Die potentiell betroffenen Bestandsgebäude werden hinsichtlich ihrer gebäudetypbezogenen Gefährdung analysiert, um gefährdungskonkrete Ansätze zur Schadensminderung für die konkreten Gebäudetypen herauszuarbeiten. Schließlich soll untersucht werden, inwieweit das Monitoring und Nowcasting von Starkregenereignissen, wie sie beispielsweise in dem Projekt VEREINT<sup>21</sup> (u. a. TU Dresden und Stadt Glashütte) beabsichtigt sind, in das Dresdner 3D-Stadtmodell integriert werden kann.

Damit ein möglichst intuitiver Zugang für potentiell Betroffene und öffentlichen Entscheidungsträger ermöglicht wird, werden die Eingangsdaten zu den ermittelten Niederschlagsszenarien, die

---

<sup>16</sup> Internetauftritt: [http://www.iww.uni-hannover.de/de-de/Forschung/Laufende\\_Forschungsprojekte/\\_projekte/index.php?pid=98](http://www.iww.uni-hannover.de/de-de/Forschung/Laufende_Forschungsprojekte/_projekte/index.php?pid=98); Abruf am 05.04.2018

<sup>17</sup> Internetauftritt: <https://www.pluvialfloods.uni-hannover.de/682.html>; Abruf am 27.03.2018

<sup>18</sup> Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 119. Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen. Hefen, November 2016

<sup>19</sup> Hansestadt Lübeck: RainAhead. Integriertes Planungs- und Warnungstool für Starkregen in urbanen Räumen. Schlussbericht, Lübeck, 2016.

<sup>20</sup> Freie Hansestadt Bremen: Merkblatt für eine wassersensible Stadt- und Freiraumgestaltung. Empfehlungen und Hinweise für eine zukunftsfähige Regenwasserbewirtschaftung und eine Überflutungsvorsorge bei extremen Regenereignissen in Bremen. Bremen, 2014.

<sup>21</sup> <http://vereint.cimtt.de/>; Abruf am 27.03.2018

modellierten Risiken und potentiellen Schäden sowie die gebäudetypspezifischen Handlungsmöglichkeiten im virtuellen Dresdner 3D-Stadtmodell<sup>22</sup> vernetzt und visualisiert.

Neben dem 3D-Stadtmodell sollen die Ergebnisse im online-Themenstadtplan Dresden als Starkregengefahrenkarten ähnlich wie z. B. in Köln<sup>23</sup> unter Verwendung von Starkregenindizes gemäß DWA-Merkblatt 119 veröffentlicht werden. Dabei wird eine einheitliche Systematik für die Ergebnisdarstellung verwendet, die es gestattet, bereits vorliegende Erkenntnisse, z. B. aus dem REGKLAM-Projekt<sup>24</sup> für den Dresdner Innenstadtbereich, zu integrieren.

Der methodische Ansatz und die Vernetzung und Visualisierung aller Daten im 3D-Stadtmodell erlauben es, künftige Veränderungen der Starkregencharakteristika infolge des Klimawandels zu berücksichtigen und so die Gefährdungsaussagen und Maßnahmenempfehlungen laufend den tatsächlichen Entwicklungen anzupassen. Auch die gebäudetypbezogenen Vorsorgemaßnahmen können fortlaufend an neue Erkenntnisse und klimawandelbedingte Entwicklungen angepasst werden.

Das aufbereitete Wissen und der methodische Ansatz werden nicht nur von den Projektbeteiligten selbst zur Beratung potentiell Betroffener eingesetzt und zukünftig schrittweise auf weitere sensible Stadtbereiche erweitert. Sie sollen durch die Weitervermittlung an Multiplikatoren außerhalb der öffentlichen Verwaltung wie Verbraucherberatung, Handwerkskammer und Architektenkammer zur Aktivierung potentiell Betroffener vor Starkregenereignissen beitragen. Die Ergebnisse werden im 3D-Stadtmodell transparent für alle privaten Betroffenen und Entscheidungsträger bereitgestellt und visualisiert. Damit soll auch die Kommunikation in der praktischen Umsetzung zwischen allen Beteiligten – potentiell Betroffenen, Planungsämtern, Genehmigungsbehörden, Planern und bauausführenden Unternehmen – verbessert werden.

Das WAWUR-Projekt kann schwerpunktmäßig dem Handlungsfeld „Wasserhaushalt, Wasserwirtschaft, Küsten- und Meeresschutz“ der Deutschen Anpassungsstrategie<sup>25</sup> zugeordnet werden. Folgende Wirkungen des Klimawandels<sup>26</sup> werden vorrangig thematisiert: Flusshochwasser und Sturzfluten (WW-02), Auswirkung auf Kanalnetz und Kläranlagen (WW-03) und Schäden an Gebäuden und Infrastruktur durch Flusshochwasser und Sturzfluten (BAU-02).

Das WAWUR-Projekt setzt die förderpolitischen Ziele um, indem es einen Beitrag zur systematischen Berücksichtigung der durch den Klimawandel gestiegenen Risiken von Starkregenereignissen in Planungs- und Entscheidungsprozessen betroffener öffentlicher wie privater Akteure, insb. Eigentümer und Betreiber baulicher Anlagen im Bestand, leistet.

Die Antragstellung erfolgt im Rahmen des Förderschwerpunktes 3 (Kommunale Leuchtturmvorhaben), weil das WAWUR-Projekt einen auch für andere Kommunen verallgemeinerbaren Ansatz entwickeln will, wie mit den Auswirkungen der Zunahme extremer Wetterlagen infolge des Klimawandels, hier von Starkregen, im besonders klimasensiblen Gebäudebestand in dicht besiedelten städtischen Gebieten umgegangen werden kann. Nachhaltig soll die Klimaanpassungskompetenz der betroffenen öffentlichen und privaten Gebäudeeigentümer als zentrale Zielgruppe und sie unterstützender Akteure (Berater, Planer, Handwerker) erhöht werden. Das Projekt leistet damit auch einen Beitrag zur

---

<sup>22</sup> Kurzbeschreibung unter <https://www.dresden.de/de/leben/stadtportrait/statistik/geoinformationen/3-d-modell.php>; Abruf am 05.04.2018

<sup>23</sup> <https://www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/akutes-hochwasser/die-hochwassergefahrenkarte/die-hochwassergefahrenkarte.jsp> bzw. <http://www.hw-karten.de/index.html?Module=Starkregen>; Abruf jeweils am 27.03.2018

<sup>24</sup> Projekt REGKLAM – Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden; Internet: <http://www.regklam.de>; Abruf am 27.03.18

<sup>25</sup> Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 17.12.2008 beschlossen

<sup>26</sup> Klimawandelwirkungen gemäß Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Stand 09.11.2015, Anhang 3 - Aktionsplan Anpassung II

Weiterentwicklung bestehender Kooperationen zwischen unterschiedlichen Akteursgruppen (öffentliche Verwaltung, wissenschaftliche Institutionen, kompetente Unternehmen, Interessensverbände).

## 2.1 Ausgangssituation/ Hintergrund

Die Landeshauptstadt Dresden hat nach den Hochwasserereignissen 2002 mit ihrem Plan Hochwasservorsorge Dresden (nachfolgend PHD) 2010 ein umfassendes Konzept für den Umgang mit Überschwemmungen aus den Gewässern im Stadtgebiet erarbeitet<sup>27</sup>. Grundlage war eine umfassende Identifikation der entsprechenden Gefahren und Risiken an allen Gewässern im Stadtgebiet (einschließlich Grundwasser und Abwassersystem) sowie der ortskonkreten Handlungsmöglichkeiten. Im Ergebnis wurde eine Vielzahl von öffentlichen Maßnahmen in und an den Gewässern zur Verringerung der Hochwasserrisiken identifiziert und schrittweise verwirklicht. Für den Umgang mit den Folgen von Starkregen für den urbanen Bestand konnten jedoch bislang noch keine praktischen Ansätze für das öffentliche Handeln entwickelt werden.

Auswertungen der Niederschläge der letzten Jahre in Dresden zeigen allerdings, dass inzwischen im Durchschnitt aller zwei Jahre in einem Teilgebiet von Dresden Starkniederschläge mit einer statistischen Wiederkehrhäufigkeit von gleich oder geringer 50 Jahren stattfinden. Diese weisen zudem hohe Varianzen in ihren räumlichen und zeitlichen Ausprägungen auf. Im Projekt REGKLAM (2009 bis 2013) wurde für ein Testgebiet in Dresden gezeigt, dass es bei Auftreten solcher Ereignisse in urbanen Bereichen neben dem wild durch die Bebauung abfließenden Wasser zusätzlich zu erheblichem Überstau aus der überlasteten Kanalisation kommt. Dies kann die Folgen von kleinräumigen Starkregen noch einmal deutlich verstärken.

Städtebauliche Ansätze zur Minimierung der Folgen von Starkregen reichen von künftig freizuhaltenden Bereichen zum Sammeln und Abführen von Starkregen (wie z. B. bereits im Rahmen einer wassersensiblen Stadtentwicklung in Bremen, Lübeck oder Köln praktiziert) bis zu Festsetzungen zu Bauweisen und gebäudetypkonkreten Hinweisen für neu zu errichtende Gebäude. Für den Bestand ist i. d. R. ein aufwändiger und nicht einfach umzusetzender Umbau öffentlicher Infrastruktur notwendig. So werden in Dresden z. B. Parkanlagen zur Zwischenspeicherung genutzt. Oft sind aber in bestehenden dichten Baugebieten die dafür erforderlichen Räume nicht vorhanden.

Der Freistaat Sachsen<sup>28</sup> warnt regionalspezifisch vor Starkregen mit einer Vorlaufzeit von 24 Stunden. Konkrete konvektive Ereignisse in diesen Gebieten können mit einem auf Regenradar gestütztem Nowcasting allerdings nur mit einer Vorlaufzeit von 1 bis 3 Stunden prognostiziert werden. Diese Vorwarnzeit ist zu kurz, als dass eine öffentliche Hochwasserabwehr organisiert werden könnte.

Der PHD kommt dementsprechend zu der Schlussfolgerung, dass in der Bestandsbebauung im Wesentlichen nur die privaten Betroffenen selbst im Rahmen der Eigenvorsorge bauliche Maßnahmen gegen die Folgen von Starkregen treffen können. Bereits 2012 wurde deshalb im DWA-Hochwasser-Audit<sup>29</sup> für Dresden die Bereitstellung entsprechender Informationen zur Unterstützung der privaten Eigenvorsorge als wesentliches, noch zu bewältigendes Handlungsfeld für die öffentliche Hand ausgewiesen. Es sollen konkrete, den unterschiedlichen Betroffenheiten entsprechende

---

<sup>27</sup> Internetauftritt: [http://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/Plan\\_Hochwasservorsorge\\_Dresden.php?shortcut=PHD](http://www.dresden.de/de/stadtraum/umwelt/umwelt/hochwasser/oeffentlich/Plan_Hochwasservorsorge_Dresden.php?shortcut=PHD); Aufruf am 27.03.2018

<sup>28</sup> Internetauftritt: <https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/hwims/portal/web/fruehwarnung>; Aufruf am 27.03.2018

<sup>29</sup> Internetauftritt: <https://de.dwa.de/de/hochwasseraudit.html>; Aufruf am 11.04.2018

Empfehlungen zur Unterstützung der privaten Eigenvorsorge gegeben werden. Die Wichtigkeit dieser Aufgabe wurde beim Wiederholungsaudit im Oktober 2017<sup>30</sup> ausdrücklich bestätigt.

## 2.2 Einordnung des Vorhabens und Innovationsgehalt des Projektes

Mit dem Projekt WAWUR werden die vor allem für eine wassersensible Stadtplanung entwickelten Methoden für die Bestimmung von Starkregenrisiken und daraus abzuleitenden Handlungsmöglichkeiten der öffentlichen Hand um gebäudetypkonkrete Empfehlungen für bauliche Maßnahmen durch Private im Gebäudebestand erweitert. Durch die Kopplung von 3D-Stadtmodellen und Gebäudetypen wird eine besonders intuitive Zugänglichkeit und Darstellung der komplexen Risiken und Möglichkeiten der baulichen Anpassung für die Betroffenen geschaffen.

Im Projekt wird gezielt mit der breiten natürlichen Varianz von Starkregen und den erheblichen Prognoseunsicherheiten von Starkregenentwicklungen umgegangen. Dazu werden Langzeitanalysen mit Ereignisreihen von Radar gemessenen Starkniederschlägen für das Stadtgebiet Dresdens durchgeführt. Basis sind die Radardaten des DWD (DX-Produkt) für den Standort Dresden, die seit dem Jahr 2001 als kontinuierliche Zeitreihe in einer Auflösung von fünf Minuten zur Verfügung stehen. Die Niederschlagsintensitäten werden durch die Korrektur von hoch nichtlinearen physikalischen Einflüssen auf die gemessenen Radardaten (u. a. Radomdämpfung, Radarsignaldämpfung, R-Z-Umrechnung) bestimmt<sup>31</sup>. Die erforderliche Korrektur der Radardaten und die Langzeitanalyse sind Grundlage für die Ermittlung charakteristischer Starkregenereignistypen und die Abschätzung deren ortsbezogenen Gefährdungspotenzials durch Überflutung. Auf dieser Basis werden typische Belastungsszenarien für das 3D-Stadtmodell abgeleitet. Zugleich wird damit die Voraussetzung geschaffen, auch künftige Veränderungen von Starkregen hinsichtlich Häufigkeit und Niederschlagsmuster infolge des Klimawandels zu integrieren.

Die Methodik der synthetischen Schadensanalyse von Gebäudetypen in urbanen Systemen<sup>32</sup> kann auch für andere gebäudebezogene Prozesse infolge des Klimawandels (z. B. infolge Überwärmung und durch Sturmgefährdungen) zur Identifizierung der Risiken und der Ableitung von baulichen Maßnahmen zu deren Minimierung angewendet werden. Die bereits vorliegenden<sup>10</sup> und durch das Projekt weiter zu entwickelnden Datenbestände zu Gebäudetypen sind dafür sehr gut nutzbar.

Mit dem WAWUR-Projekt wird durch die Aufbereitung der Daten im 3D-Stadtmodell beispielhaft ein technologischer Rahmen geschaffen, mit dem nicht nur Risikobewertungen und Handlungsempfehlungen für die Öffentlichkeit visualisiert werden können. Mit den transparent vernetzten Datengrundlagen können auch andere für die Öffentlichkeit, für die öffentliche Verwaltung sowie für Unternehmen wichtige Informationen zu weiteren Klimaanpassungsstrategien, z. B. Potentialen für die Nutzung von Solarenergie oder zur Gebäudebegrünung, aufbereitet und bereitgestellt werden. Durch die Darstellung der Daten im 3D-Stadtmodell werden vorhandene moderne Technologien so miteinander transparent vernetzt, dass sie modular ausgetauscht bzw. ergänzt werden können. Mit diesem Ansatz können sich auch in anderen Kommunen zuständige bzw. fachkompetente Akteure vernetzen.

---

<sup>30</sup> Die Ergebnisse des Hochwasser-Audits 2917 wurden vom Dresdner Stadtrat bestätigt; siehe Ratsinformationssystem [http://ratsinfo.dresden.de/vo0050.php?\\_\\_kvonr=15038](http://ratsinfo.dresden.de/vo0050.php?__kvonr=15038)

<sup>31</sup> Krämer S. und Fitzner D. (2018): Korrektur von Radarregendaten in Echtzeit als Belastungsgröße für Niederschlag-Abfluss-Modelle, Vortrag: Tag der Hydrologie, Dresden, 22.-23. März 2018.

<sup>32</sup> Naumann, T., Nikolowski, J., Golz, S. & Schinke, R. (2010): Resilience and Resistance of Buildings and Built Structures to Flood Impacts - Approaches to Analysis and Evaluation. In: Müller, B. (Ed.) Urban Regional Resilience: How Do Cities and Regions Deal with Change? Springer, Berlin, Heidelberg, (German Annual of Spatial Research and Policy), 89–100

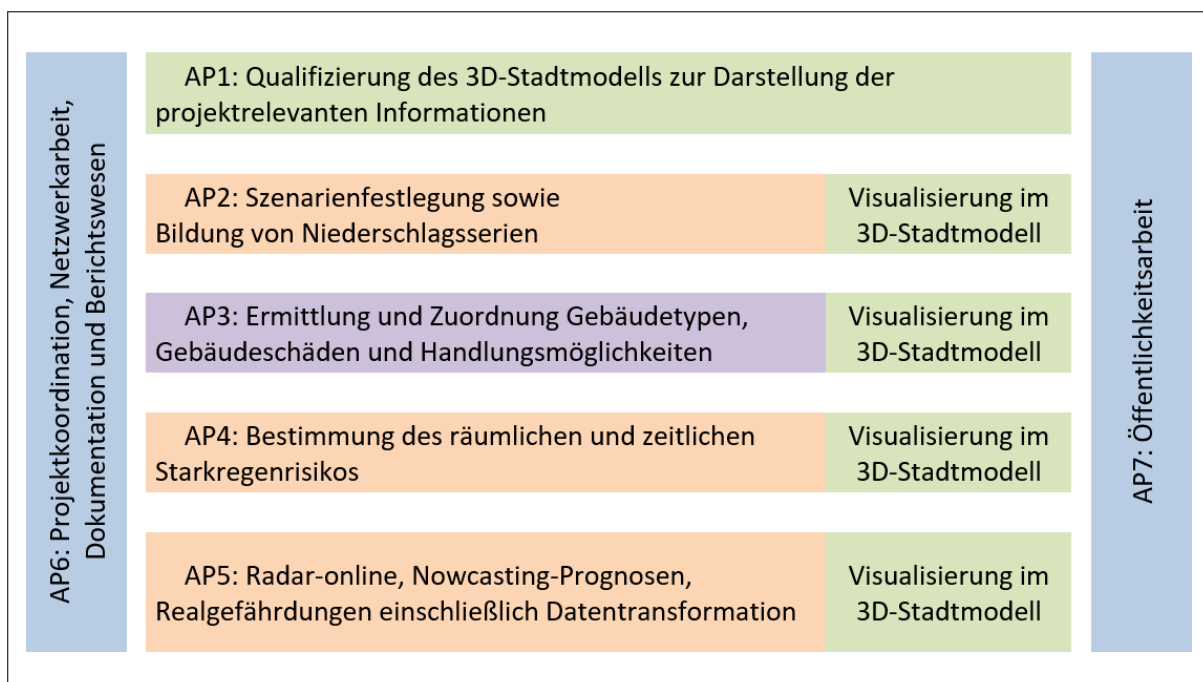


## 2.3 Projektdesign

Die Projektlaufzeit beträgt 3 Jahre; beabsichtigt ist der Zeitraum vom 01.07.2019 bis 30.06.2022. Das Projekt ist in mehrere Arbeitspakete gegliedert, die zu einem erheblichen Teil parallel bearbeitet werden können und jeweils relativ eigenständige (Zwischen-)Ergebnisse liefern. Diese Zwischenergebnisse sind durch die Integration in das 3D-Stadtmodell jeweils bereits für sich nutzbar. Die Gesamtvernetzung erfolgt mittels des 3D-Stadtmodells.

Durch die Projektleitung werden die verschiedenen Arbeitspakete fortlaufend spezifiziert und koordiniert. Mit der Umsetzung der Arbeitspakete 1 bis 5 werden Umsetzungspartner beauftragt. Die Projektleitung nimmt die Leistungen ab und verantwortet die Integration der Daten und Ergebnisse in das 3D-Stadtmodell.

Zu projektinternen Meilenstein-Terminen werden mit allen Projektpartnern der jeweils erreichte Arbeitsstand und Zwischenergebnisse diskutiert sowie das weitere Vorgehen abgestimmt.



Die in den Arbeitspaketen (AP) erforderlichen Arbeitsschritte (AS) sowie die zu erreichenden Meilensteine (M) sind im nachfolgenden Abschnitt 3 detailliert beschrieben.

Die Umsetzung erfolgt für drei Stadtgebiete mit jeweils etwa 250 Gebäuden.

Der geforderte Vernetzungsansatz auch über die Projektlaufzeit ergibt sich zum einen daraus, dass die Umsetzungspartner auch mittelfristig die zugrundeliegenden technologischen Systeme für die Landeshauptstadt Dresden betreiben werden. Vor allem aber sind die Projektpartner Landeshauptstadt Dresden, Stadtentwässerung Dresden GmbH und Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie an einer nachhaltigen Kompetenzentwicklung interessiert, da sie zugleich die für verschiedene Teilbereiche des öffentlichen Hochwasserrisikomanagements zuständigen Institutionen sind. Details zur Weiterführung der arbeitsteiligen Kooperation nach dem Projektende werden in Abschnitt 4 beschrieben.



## 3 Ausführliche Beschreibung des Arbeitsplans

### 3.1 Vorgehensweise

#### AP1: Qualifizierung des 3D-Stadtmodells und Darstellung der projektrelevanten Daten und Ergebnisse

**Beginn:** Projektmonat 1

**Ende:** Projektmonat 30

##### Arbeitsschwerpunkt 1.1 Bilden der 3D-Elemente für alle AP einschließlich Visualisierung der Daten und Ergebnisse im 3D-Stadtmodell

Zu Beginn des Projektes werden die zur Verfügung stehenden räumlichen Daten gesichtet und hinsichtlich der Nutzung für die projektspezifischen Lösungsansätze auf Basis des 3D-Stadtmodells von Dresden evaluiert. Hierzu zählen topographische Oberflächendaten wie Bruchkanten, 3D-Objekte, sowie abflussrelevante Oberflächeneigenschaften wie die Oberflächenrauigkeit. Sachinformationen zu Gebäudetypen, deren Vulnerabilität, resultierenden Schadensfunktionen sowie Handlungsmöglichkeiten zur Minimierung von potentiellen Schäden werden in das 3D-Modell integriert.

Die Aufbereitung erfolgt mit dem Ziel, neben der verwaltungsinternen Nutzung der Daten im 3D-Stadtmodell ein Onlineportal zum Dresdner 3D-Stadtmodell aufzusetzen. Mit diesem werden die Daten zu Niederschlag-Ensembles, Gebäudetypen, Landnutzungsflächen, Versiegelung, für die Öffentlichkeit visualisiert und als GIS-Daten zur Verfügung stellt. Hierfür wird eine 3D Datenbank (3DCityDB) mit CityGML-Gebäuden und Geländekacheln bestückt. Die Visualisierung erfolgt über einen Cesium Online Viewer. Ferner wird über einen OGC WFS der Direktzugriff auf die 3DCityDB für Analysezwecke ermöglicht. Über eine Exportfunktion können Ausschnitte des Gesamtmodells in verschiedenen 3D-Austauschformaten sowohl für 3D-Modellierer als auch für CAD/CAE und Simulationsanwendungen bereitgestellt werden. Weitere 2D-GIS-Daten werden als Terrain-Overlay in die Anwendung integriert. Das Online 3D-Stadtportal wird für private Akteure eine intuitiv zu bedienende Informationsquelle darstellen, die projektinterne Fachbegriffe aufbereitet und visuell präsentiert.

Entsprechend der Entwicklung im Projekt werden darauf aufsetzend die in den Arbeitspaketen 2 bis 5 verwendeten Daten und erarbeiteten Informationen zu Starkregen und Gebäudetypen schrittweise dargestellt. Diese Zwischenergebnisse sind damit bereits in frühen Phasen des Projektes sowohl für die Verwaltung als auch die Öffentlichkeit nutzbar.

##### Ergebnisse:

- Aktualisierung der Basiselemente (Gebäude und Oberfläche) im 3D-Stadtmodell sowie Differenzierung und Ergänzung um Informationen zur Adressierung von Gebäudetypen inkl. deren Vulnerabilität und Handlungsmöglichkeiten, von Starkregen und daraus resultierenden Gefährdungen

Ergebniskontrolle: Bericht mit Statistik der eingearbeiteten bzw. angepassten Elemente

- Visualisierungen der Ergebnisse der Arbeitspakete 2 bis 5 mit dem Onlineportal zum 3D-Stadtmodell:
  - M1.1 Visualisierung der Basiselemente im 3D-Modell
  - M2.1 Visualisierung Einzel- und Ensembleszenarien des Niederschlags im 3D-Modell

- M3.1 Visualisierung Gebäudetypen im 3D-Modell
- M3.2 Visualisierung typischer Gebäudeschäden im 3D-Modell
- M3.3 Visualisierung typischer Handlungsmöglichkeiten im 3D-Modell
- M4.1 Visualisierung Starkregengefahren am Gebäude im 3D-Modell
- M4.3 Visualisierung der bewerteten Risiken am Gebäude im 3D-Modell
- M5.1 Visualisierung Radar-online im 3D-Modell
- M5.2 Visualisierung Nowcasting im 3D-Modell
- M5.3 Visualisierung der bewerteten Risiken an Gebäuden bei Realgefährdungen im 3D-Modell

## **AP2: Szenarienfestlegung sowie Bildung von Niederschlagsserien – Visualisierung im 3D-Modell**

**Beginn:** Projektmonat 1

**Ende:** Projektmonat 9

### **Arbeitsschwerpunkt 2.1.1 Szenarienbildung**

Auf Basis von Radarrohdaten des DWD (DX-Produkt) für den Radarstandort Dresden erfolgt eine Langzeitanalyse relevanter Starkregenereignisse für das Dresdner Stadtgebiet. Das Ergebnis ist eine Ereignisserie relevanter Starkregenereignisse zur Ableitung von Belastungsszenarien für charakteristische Starkregenereignistypen hinsichtlich ihrer Vorhersagbarkeit (zeitlicher Vorhersagehorizont) und ihres Raumbezugs (Ereignisschwerpunkt im Stadtgebiet Dresdens, räumliche Ausdehnung). Die Radarrohdaten sind seit dem Jahr 2001 als kontinuierliche Zeitreihe mit einer zeitlichen Auflösung von  $dt = 5$  Minuten verfügbar.

Folgende Zwischenarbeitsschritte sind erforderlich:

1. Ermittlung relevanter Starkregenereignisse auf Basis der verfügbaren Regenschreiber (20 Stationen) im Stadtgebiet Dresdens mit dem Programm LANGZEIT für den Zeitraum 2001 – 2018). Es wird von ca. 5 bis 10 Ereignissen/Jahr ausgegangen.
2. Behandlung der Radarrohdaten des DWD für die Starkregenereignisserie in zwei Behandlungsstufen:

Stufe I: Zeitschrittweise Korrektur physikalischer Einflüsse durch :

- Störechobehandlung
- RADOM-Dämpfungskorrektur<sup>33</sup>
- Korrektur der Radarsignaldämpfung infolge Regen<sup>34</sup>
- Umrechnung der Messgröße Radarreflektivität in die Zielgröße Regenintensität mit ereignisspezifischen oder charakteristischen R-Z-Beziehungen<sup>35, 36</sup>
- Koordinatentransformation von Polardaten in kartesische Rasterdaten (CRS: UTM, Rasterkantenlänge 0,5 km)
- Räumliche-zeitliche Interpolation der kartesischen Rasterdaten auf 1-Minutenwerte<sup>37</sup>

Stufe II: Anpassung der korrigierten Radarregendaten an verfügbare Regenschreibermessungen im Stadtgebiet Dresdens (ca. 20 Stationen) zur Minimierung der verbleibenden Fehlerresiduen durch:

- Ermittlung eines mittleren Korrekturfaktors (Mean Field BIAS) sowie
- im Bedarfsfall Kombination (Merging) von Radar- und Regenschreiberdaten mittels geostatischer Interpolation (Regression Kriging).

---

<sup>33</sup> Kurri M., Huskoonen A. (2008): Measurements of the Transmission Loss of a Radome at Different Rain Intensities, J. Atmos. Oceanic Tech., 25, 1590 – 1599

<sup>34</sup> Krämer S., Verworn H.-R., Pfister A., Treis A. (2012): Streckenintegrierte Regenmessung mit dem Mikrowellendämpfungs-differenzverfahren und Quantifizierung von Radarsignaldämpfung; Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 56 (2), 59 – 77.

<sup>35</sup> S. Krämer, H.-R. Verworn (2009): Improved radar data processing algorithms for quantitative rainfall estimation in real time; Water Science and Technology, 60 (1), 175 – 184,

<sup>36</sup> Steiner, M., Houze, R. A., Yuter, S. E. (1995): Climatological characterization of three-dimensional storm structure from operational radar and rain gauge data. J. Appl. Meteorol. 34: 1978–2007.

<sup>37</sup> Pfaff, T., Bárdossy A. (2012): Comparison of optical flow algorithms for precipitation field advection estimation, IAHS Publ. 351, 269-274.

- Das Ergebnis sind ereignisspezifische Radarregendaten für das Stadtgebiet Dresdens in einem Raster von 0,5 x 0,5 km mit einer zeitlichen Diskretisierung von  $dt = 5$  Minuten, die zu ereignisspezifischen Radarregenhöhenkarten aggregiert werden können.
- Die Regenwerte bzw. Zeitreihen der Rastelemente werden extremwertstatistisch nach KOSTRA-DWD 2010R eingeordnet.

### 3. Zeitschrittweise Analyse der Radarregenstrukturen der Einzelereignisse der Langzeitserie im Rahmen einer Lagrange-Betrachtung hinsichtlich von zwei Zielen

Stufe I: Ermittlung von Prozessgrößen der Regenstrukturen:

- Zugrichtung und Geschwindigkeit
- Räumliche Ausdehnung und Ereignisschwerpunkt / Zentrum
- Häufigkeitsverteilung von Niederschlagswerten (Histogramme der Regenraster je Zeitschritt)
- Abschätzung von Wachstum und Zerfall der Regenstrukturen

Stufe II: Analyse der Vorhersagbarkeit und der Vorhersagehorizont mit Hilfe einer Fehlerkomponentenanalyse auf Grundlage des Mean Squared Errors (MSE) zwischen Radarvorhersage und der Radarbeobachtung im Stadtgebiet bzw. Stadtteil.

Die Analyse und Berechnungen werden mit dem Programm HYRATRAC durchgeführt.<sup>38 39 40</sup>

### 4. Bildung des Szenarienkataloges

Die Szenarienbildung für die Niederschlagsbelastung der hydrologischen Überflutungsmodellierung und des 3D-Stadtgebietsmodells erfolgt auf Basis der raumbezogenen Ereignisschwerpunkte im Stadtgebiet und ihrer Einordnung nach der Wiederkehrzeit. Dabei werden die ereignisspezifischen Prozessgrößen sowie die Vorhersagbarkeit und die Vorhersagehorizonte der zugehörigen Niederschlagsstrukturen berücksichtigt.

Ereignisse ähnlicher Charakteristik (z. B. örtliche begrenzte lokale Konvektion 8 bis 12 km<sup>2</sup>, konvektive Frontensysteme, gleichmäßig, weit ausgedehnte stratiforme Ereignisse) werden gruppiert und als geometrische Grundformen vereinfacht (Kreis, Ellipse, Band, Fläche). Diese Szenariengrundformen werden in Abhängigkeit von Zugrichtung und Geschwindigkeit, Vorhersagbarkeit und Vorhersagehorizont sowie hinsichtlich der räumlichen Niederschlagsverteilung innerhalb der Regenstruktur weiter spezifiziert. Die Szenarien werden für die städtische Datenbank/CARDO aufbereitet.

## Arbeitsschwerpunkt 2.1.2 Visualisierung der im Arbeitsschwerpunkt 2.1.1 erzielten Ergebnisse im städtischen 3D-Modell

### Ergebnisse:

- M2.1: Niederschlagsbelastungsszenarien für die hydrologische Überflutungsmodellierung und das 3D-Stadtmodell sowie Aussagen über Vorwarnzeiten und Güte der Vorhersagen für die Belastungsszenarien inkl. Steckbriefe zu den einzelnen Niederschlagsszenarien sowie inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden

<sup>38</sup> Krämer, S. (2008): HYRATRAC, Modellbeschreibung in: Quantitative Radardatenaufbereitung für die Niederschlagsvorhersage und die Siedlungsentwässerung, Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft und Hydrologie, Leibniz Universität Hannover, Heft 92

<sup>39</sup> Radarbasierte Vorhersage von Niederschlagsereignissen und ihre Vorhersagbarkeit – Analyse eines Einjahreskontinuums; S. Krämer, H.-R. Verworn, Tag der Hydrologie 2008, Hannover, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 23.08, 42-49, 27.-28.03.2008.

<sup>40</sup> A. Schellart, S. Ligouri, S. Krämer, A. Saul, M. Rico-Ramirez (2014): Comparing quantitative precipitation forecast methods for prediction of sewer flows in a small urban area; Hydrological Sciences Journal, Vol. 59, S. 1418-1436.

- M2.1: Visualisierung siehe AP 1

M2.2 und M3.2: öffentliche Auftaktveranstaltung zum Projekt mit Vorstellen o. g. erster Zwischenergebnisse

### **AP 3: Gebäudetypen, Gebäudeschäden, Handlungsmöglichkeiten – Ermittlung und Visualisierung im 3D-Modell**

**Beginn:** Projektmonat 1

**Ende:** Projektmonat 18

#### **Arbeitsschwerpunkt 3.1.1 Zuordnung Gebäudetypen zu Gebäuden; Ermitteln fehlender Gebäudetypen**

Das Arbeitspaket umfasst zunächst die Identifizierung und Charakterisierung des Gebäudebestandes für ausgewählte Brennpunkte der Starkregengefährdung im Dresdner Stadtgebiet auf der Basis von Vor-Ort-Analysen. Ein wesentlicher Vorteil dieses Vorgehens ist die gezielte Abgrenzung von Gebäudetypen sowie die exemplarisch genaue, visuelle Erfassung und Dokumentation zahlreicher schadensrelevanter bzw. objektspezifischer Merkmale. Die Ergebnisse werden anhand vorliegender Wohngebäudematrizen für Sachsen reflektiert. Es wird die Relevanz ausgewählter Gebäudetypen nachgewiesen und es werden bislang nicht dokumentierte Gebäudetypen identifiziert.

Teilleistungen:

- Kartierung der Gebäude in drei ausgewählten Untersuchungsgebieten mit jeweils bis zu 250 Wohngebäudepolygonen und Erfassung objektspezifischer Merkmale
- Statistische und kartografische Auswertung der Kartierungsergebnisse, Erstellung von Wohngebäudematrizen, Beschreibung fehlender Gebäudetypen
- Aufbereiten der gebäudetypspezifischen Daten für die städtische Datenbank/CARDO
- Unterstützung der 3D-Visualisierung der Gebäudetypen

#### **AS 3.2.1 Ausweisen typischer potentieller Gebäudeschäden**

Zur Charakterisierung potentieller Gebäudeschäden infolge von Überflutung durch zeitweise aufstauendes Wasser nach Starkregenereignissen ist die Anwendung vorliegender, synthetischer Schadensfunktionen vorgesehen. Für die bislang nicht dokumentierten Gebäudetypen werden weitere erforderliche synthetische Schadensfunktionen ermittelt. Darüber hinaus werden für alle relevanten Gebäudetypen die bautechnischen Bereiche der Außenhülle (z. B. Flachdächer, Balkone, Terrassen usw.) erkundet, welche die Schadensanfälligkeit infolge Starkregen prägen. Unter Verwendung eines bauteilbezogenen Untersuchungsansatzes grenzen die Bearbeiter kritische Randbedingungen ab und arbeiten bestehende Defizite heraus.

Diese Ergebnisse werden in geeigneter Weise aufgearbeitet, um sie anschließend im 3D-Stadtmodell visualisieren zu können. Ein Popup Window zeigt über jedem Gebäude die zugehörige synthetische Schadensfunktion an. Darüber hinaus erhält der Nutzer Informationen über potentielle Gebäudeschäden infolge Starkregen, die unterschiedlichen 3D-Elementen im Stadtmodell zugeordnet sind. 3D-Elemente können je nach gewünschter räumlicher Auflösung zum Beispiel Quartiere, einzelne Gebäude oder Bauteile (z. B. Fassadenflächen) sein. In Abhängigkeit von der Gefährdung und der Schadensanfälligkeit zeigt eine Farbcodierung für jeden Gebäudetypen das jeweilige Risiko gegenüber Starkregen an. Diese Risikoinformation enthält die zu erwartenden Kosten zur Schadensbeseitigung, deren Berechnung etwa auf den synthetischen Schadensfunktionen basiert. Weiterhin soll dem Anwender (Benutzer) ermöglicht werden, einzelne Niederschlags-Szenarien auszuwählen und bestimmte individuelle Gebäudemerkmale (z. B. Aufkantungungen an Lichtschächten, Entwässerungsanlagen) über Parameter anzupassen.

Teilleistungen:

- Erhebung synthetischer Schadensfunktionen für bisher nicht erfasster Wohngebäudetypen
- Berechnung potentieller Gebäudeschäden infolge starkregenbedingter Überflutungen
- Ermittlung der Schadensanfälligkeit der Außenhülle infolge von auf das Gebäude auftreffenden Starkregen für bis zu drei relevanten Wohngebäudetypen je Untersuchungsgebiet
- Aufbereiten der schadensspezifischen Daten zu den Gebäudetypen für die städtische Datenbank/CARDO
- Unterstützung der 3D-Visualisierung von Gebäudeschäden

#### **AS 3.3.1 Ausweisen typischer Handlungsmöglichkeiten auf Gebäudeebene**

Die Darstellung potentieller Gebäudeschäden bildet eine Grundlage, um anschließend Maßnahmen zur individuellen baulichen Eigenvorsorge abzuleiten, differenziert nach den möglichen Eintrittswegen des Wassers ins Gebäude. Zur Minderung der negativen Folgen starkregeninduzierter Überflutung können Maßnahmen der drei Bauvorsorgestrategien „Ausweichen“, „Widerstehen“ sowie „Anpassen“ beitragen. Das Arbeitspaket fokussiert insbesondere auf die Reduzierung der Schadensanfälligkeit der Außenhülle des Gebäudes gegenüber Starkregeneinwirkungen. Hierfür werden praxisrelevante, ggf. unmittelbar praktisch anwendbare bzw. umsetzbare bauteilbezogene Maßnahmen aufgezeigt, die die identifizierten Defizite abbauen. Eine Minderung der Schadensanfälligkeit wird dabei insbesondere durch gebäudetyp- und gefährdungskonkrete Maßnahmenkombinationen erreicht.

Die Resultate werden in das 3D-Stadtmodell eingebunden. Eine Infobox bietet dem Nutzer für jeden Gebäudetypen praxisrelevante Informationen zur Starkregenvorsorge an, wie etwa Vorschläge für konkrete bauteilbezogene Maßnahmen.

Teilleistungen:

- Gliederung von Maßnahmen zur individuellen Bauvorsorge, differenziert nach den möglichen Eindringwegen des Wassers ins Gebäude
- Erarbeitung von gebäudetyp- und gefährdungskonkreten Maßnahmenkombinationen sowie deren bautechnische Durcharbeitung
- Systematische Visualisierung und Dokumentation der Untersuchungsergebnisse (Bauteilkatalog)
- Aufbereiten der handlungsspezifischen Daten zu den Gebäudetypen für die städtische Datenbank/CARDO

#### **Arbeitsschwerpunkte 3.1.2, 3.2.2 und 3.3.2**

Visualisierung der in den AS 3.1.1, 3.2.1 und 3.3.1 erzielten Ergebnisse im städtischen 3D-Modell

**Ergebnisse:**

- M3.1: Identifizierung, Differenzierung, Beschreibung und 3D-Visualisierung der Gebäudetypen in starkregengefährdeten Gebieten inkl. einzelner Steckbriefe für jeden Gebäudetyp sowie inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)
- M3.1: Visualisierung siehe AP1
- M3.2 und M2.2: öffentliche Auftaktveranstaltung zum Projekt mit Vorstellen o. g. erster Zwischenergebnisse
- M3.3: Analyse typischer Schadensbilder, Ermittlung von Schadenskosten und 3D-Visualisierung von Risiken inkl. einzelner Steckbriefe zu den mögl. Gebäudeschäden für jeden Gebäudetyp sowie



inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)

- M3.4: Entwicklung, Dokumentation und 3D-Visualisierung möglicher Vorsorgemaßnahmen (Handlungsmöglichkeiten) auf Gebäudeebene inkl. einzelner Steckbriefe zu den Handlungsmöglichkeiten für jeden Gebäudetyp sowie inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)
- M3.3 und 3.4: Visualisierung siehe AP1
- M3.5: Veranstaltung zum Vorstellen der Zwischenergebnisse von M3.3 und M3.4 für potentielle Multiplikatoren

## **AP4: Starkregenisiko-Bestimmung und Visualisierung im 3D-Modell**

**Beginn:** Projektmonat 10

**Ende:** Projektmonat 33

### **Arbeitsschwerpunkt 4.1.1 Starkregengefahrenbestimmung**

Das Arbeitspaket beinhaltet die abflusseiteige Bestimmung der Überflutungsgefährdung infolge Starkregen für ausgewählte Brennpunkte im Dresdner Stadtgebiet und die Visualisierung im 3D-Modell. Es erfolgt eine gekoppelte Simulation des Kanalnetzes und des Oberflächenabflusses mit dem Modell HYSTEM EXTRAN 2D. Das für die Abflussmodellierung verwendete Oberflächenmodell ist ein Dreiecksgittermodell räumlich variabler Zellengrößen, das in jeder Zelle die topographische Höhe und die Bodenparametrisierung enthält. Komplettiert wird dieses Modell mit dem Modell der Dachflächen. Die Grundlagen für die Oberflächenmodellierung werden aus dem 3D-Modell übernommen (siehe AP 1), die Kanalnetzdaten liegen bereits als Modelle bei der Stadtentwässerung Dresden GmbH vor. Zur Verknüpfung der Modelle werden die Kopplungsstellen zwischen Kanalnetz und Oberfläche exakt im Berechnungsgitter des Oberflächenmodells lokalisiert, so dass bei Kanalnetzüberstau an die Oberfläche austretendes Wasser in seinem weiteren Fluss auf der Oberfläche simuliert werden kann.

Für die Bestimmung der Überflutungen in den ausgewählten Stadtgebieten werden die abgeleiteten Szenarien (siehe AP 2) als Belastungsgröße verwendet. Für jedes abgeleitete Szenario wird eine systematische Verschiebung des räumlichen Ereignisschwerpunktes im relevanten hydrologischen Teileinzugsgebiet durchgeführt; zusätzlich wird die Intensität der Niederschlagsbelastung variiert. Auf dieser Ensemblegrundlage werden für das jeweilige Belastungsszenario Gefährdungsbereiche (Senken, Fließwege) identifiziert. Die hydronumerische Simulation liefert dabei für jedes Element des 2D-Modellgitters die Berechnungsgrößen Wasserstand, Fließgeschwindigkeit und Richtung. Diese Berechnungsgrößen werden generalisiert und in Abhängigkeit der Niederschlagsintensität und der zeitlichen Dauer des Belastungsszenarios in Transferfunktionen für die städtische Datenbank/CARDO und das 3D-Modell überführt. Die Bereitstellung der Transferfunktionen erfolgt für das hydronumerische Berechnungsgitter. Für jedes Belastungsszenario wird ein Transferfunktionsdatensatz bereitgestellt.

### **Arbeitsschwerpunkt 4.2.1 Gefahrenbezogener Teil der Risikobewertung**

Die Ergebnisse der Modellierung verschiedener Starkregen-Szenarien werden als Gefahrenkarte aufbereitet, die im 3D-Modell als Terrain-Overlay angezeigt wird. Dabei wird zwischen verschiedenen Kategorien unterschieden, z.B. Regenintensität, Strömungsintensität oberflächlich abfließenden Wassers, lokale Wasserspiegellage. Die Ergebnisse werden attributiv in der städtischen Datenbank/CARDO aufbereitet und auf die 3D-Elemente Gebäude bzw. betroffene Gebäudeteile (3DCityDB) übertragen, damit sie für nachfolgende Prozesse bereitstehen. Risikobereiche werden anhand der berechneten Werte aus den Szenarien ausgewiesen. In diesen Bereichen werden aus AP 1 die Informationen über den konkreten Gebäudebestand bereitgestellt.

### **Arbeitsschwerpunkt 4.2.2 Gebäudebezogener Teil der Risikobewertung**

Die bewerteten Risiken des AP 4 werden mit den konkreten Handlungsnotwendigkeiten und -möglichkeiten für die konkreten Gebäude entsprechend der Ergebnisse des AP 3 dynamisch verknüpft. Diese Verknüpfungen werden so im 3D-Stadtmodell abgebildet, dass sie auch für konkrete Starkregenereignisse mit Nowcasting-Realszenarien (aus AP 5) anstelle der Szenariensembles (aus AP 2) adressiert werden können.

### **Arbeitsschwerpunkte 4.1.2, 4.3.1 und 4.3.2**

Visualisierung der in den Arbeitsschwerpunkte 4.1.2, 4.2.1 und 4.2.2 erzielten Ergebnisse im städtischen 3D-Modell einschließlich Abstimmung des 3D-Modells mit der Geodateninfrastruktur der Landeshauptstadt Dresden

#### **Ergebnisse:**

- M4.1: Transferfunktionen für die Abbildung der Starkregengefahr durch Wasserstand und Fließrichtungsvektoren
- M4.2: Abnahme der Risikobewertung der Starkregenszenarien (Überlagerung von Gefährdung und Vulnerabilität potentiell betroffener Gebäude)
- M4.3: Dynamische Risikobewertung der gefährdeten Bereiche und der resultierenden Handlungsmöglichkeiten an den konkreten Gebäudetypen inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)
- M4.1, 4.2 und 4.3: Visualisierung siehe AP1
- M4.4 mit M5.5: öffentliche Abschlussveranstaltung zum Vorstellen der o. g. Ergebnisse für potentielle Multiplikatoren und die interessierte Öffentlichkeit

## **AP 5: Radar-online, NowCasting-Prognosen, Realgefährdungen – Datentransformation und Visualisierung im 3D-Modell**

**Beginn:** Projektmonat 19

**Ende:** Projektmonat 30

### **Arbeitsschwerpunkt 5.1.1 Aufbereitung Radar-online**

Die für die Erstellung der Langzeitserie (historische Ereignisse) zuvor verwendeten Programme NVIS-Server und HYRATRAC sind echtzeitfähig.

Folgende Prozessierungsschritte werden innerhalb der Aktualisierungsrate der Bereitstellung neuer Radarinformationen durch den DWD (dt = 5 Minuten) durchgeführt:

- Transfer der Radardaten vom Datenserver des DWD auf den lokalen Server
- Korrektur der Radarregendaten unter Einbindung von Bodenmessdaten (Regenschreiber, Tropfenspektrograf sofern verfügbar)
- Kurzfristvorhersage (Nowcasting) über einen Vorhersagehorizont bis zu 2 Stunden in Abhängigkeit vom Ereignischarakter

Das Ergebnis sind vorhergesagte Niederschlagszeitreihen für das georeferenzierte kartesische Radarregenraster aus AP 2. Das Vorhersagemodell ist für die automatisierte Identifikation der definierten Belastungsszenarien zu erweitern.

Die Niederschlagsinformationen aus der Kurzfristvorhersage werden in das 3D-Modell übernommen. In Abhängigkeit des aktuellen Belastungsszenarios erfolgt die Auswahl des zugehörigen Transferfunktionensatzes (AP 4). Die Darstellung von Wasserstand und Fließvektor im 3D-Modell erfolgt unter Verwendung der Transferfunktion für jedes Element des hydronumerischen Berechnungsgitters.

### **AS 5.2.1 Aufbereitung Nowcasting**

Um Echtzeit-Sensordaten (5-minütlich aktualisierte Kurzfristvorhersagen - Nowcasting) im 3D-Stadtmodell anzuzeigen und für aktuelle Handlungsempfehlungen aufzuarbeiten, wird ein Wetter-Modul entwickelt, das als Schnittstelle sowohl der räumlichen Datenverarbeitung als auch der online Visualisierung dient.

### **AS 5.3.1 Szenarienidentifizierung und Realgefährdungen**

Für die Einarbeitung von Radardaten in das 3D-Modell werden zwei Ansätze verfolgt. Beim ersten Ansatz werden korrigierte Radarregendaten als thematische Layer auf der Geländeoberfläche angezeigt. Die Anbindung findet über einen OGC WMS oder WMTS statt, der über eine Verbindung zu DWD-Schnittstellen aktuelle Daten empfängt. Dergestalt können auch KOSTRA-DWD-Analysen sowie REGNIE- und Starkregengefahrenkarten dargestellt werden.

Beim zweiten Ansatz wird die Niederschlagsverteilung visuell realistisch als Teil des 3D-Modells aufbereitet, um Wetterphänomene nutzergerecht anzuzeigen. Hierbei kommen Technologien aus der Computergraphik zum Einsatz, soweit sie in gITF – das als Streamingformat verwendet wird – abzubilden sind.

### **AS 5.1.2, 5.2.2 und 5.3.2**

Visualisierung der in den AS 5.1.1, 5.2.1 und 5.3.1 erzielten Ergebnisse im städtischen 3D-Modell

### **Ergebnisse:**

- M5.1: Aufbereitung Radar-online von Realereignissen für das 3D-Modell

- M5.2: Aufbereitung Nowcasting von Realereignissen für das 3D-Modell inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)
- M5.1 und 5.2: Visualisierung siehe AP1
- M5.3: Veranstaltung zum Vorstellung der Zwischenergebnisse von M5.1 und M5.2 für potentielle Multiplikatoren
- M5.4: Aufbereitung der bewerteten Risiken und der resultierenden Handlungsmöglichkeiten an Gebäuden bei Realgefährdungen im 3D-Modell inkl. Erläuterung der Handhabung für den Internetauftritt der Landeshauptstadt Dresden (Schulungsmaterial)
- M5.4: Visualisierung siehe AP1

M5.5 mit M4.4: öffentliche Abschlussveranstaltung zum Vorstellen der o. g. Ergebnisse für potentielle Multiplikatoren und die interessierte Öffentlichkeit

## **AP 6: Projektleitung und -koordination, Dokumentation und Berichtswesen**

**Beginn:** Projektmonat 1

**Ende:** Projektmonat 36

1. Projektmanagement mit eigenverantwortlicher Fachplanung und Koordinierung, insbesondere
  - Aufgabenbeschreibungen und fachliche Leistungsabnahmen
  - Mitarbeit in Fachgremien und Arbeitsgruppen zum Thema
  - Finanzcontrolling, Terminmanagement
  - Dokumentation und Berichtswesen
2. Eigenständige konzeptionelle Planung und Monitoring zur Erreichung der Projektziele einschließlich Abstimmung mit den Projektpartnern
3. Eigenständige konzeptionelle Planung, Aufnahmen und Aufbereitung der durch die Projektpartner bereitzustellenden Daten mit den bei der Landeshauptstadt Dresden vorhandenen Werkzeugen (Amtskommunikationssysteme), u. a. in Datenbanken sowie Darstellung der Ergebnisse im 2D- und 3D-GIS
4. Fachliche Analyse und Bewertung der durch die Projektpartner erarbeiteten Daten hinsichtlich der Starkregengefährdung
5. Fachliche Aufbereitung der durch die Projektpartner erarbeiteten Ergebnisse zu gebäudetypspezifischen Maßnahmen
6. Eigenständige fachliche Anwendung der Projektergebnisse auf konkrete Anwendungsfälle

### **Ergebnisse:**

Sicherung und Dokumentation des Projektablaufes, insb. durch

- Verfügbarkeit der Daten und Ergebnisse in Informationssystemen der Landeshauptstadt Dresden
- Koordinieren der Zwischen- und Abschlussberichte sowie von Veröffentlichungen zu diesen
- Abrechnung gegenüber Fördermittelgeber
- M6.1: Projektinterne Abnahme des Abschlussberichts

## **AP 7: Öffentlichkeitsarbeit**

**Beginn:** Projektmonat 1

**Ende:** Projektmonat 36

### **Tätigkeiten/Vorgehensweise:**

1. Vermittlung der Projektergebnisse an andere projektrelevante Organisationseinheiten der Stadtverwaltung, an öffentliche Betriebe und Institutionen sowie an die Öffentlichkeit über die Bereitstellung im städtischen Internetauftritt
  2. Vermittlung der Projektergebnisse an Multiplikatoren zu deren Befähigung im Umgang mit Starkregenrisiken bei der Beratung und Begleitung von Betroffenen
- Organisation von Veranstaltungen für die interessierte Öffentlichkeit und für potentielle Multiplikatoren zu einzelnen Meilensteinen

### **Ergebnisse:**

- Laufende Information und Ergebnisbereitstellung im Internet-Auftritt der Landeshauptstadt Dresden auf einer eigenen Seite zum Projekt inkl. Pressearbeit zu wesentlichen Fortschritten sowie begleitenden Veröffentlichungen in Fachzeitschriften sowohl durch die Projektleitung als auch die gebundenen Firmen
- Veranstaltungen die interessierte Öffentlichkeit und für potentielle Multiplikatoren zu einzelnen Meilensteinen gemäß Planung in den Arbeitspaketen
- Veröffentlichung von Erläuterungen zur Nutzung der Projektergebnisse für die Öffentlichkeit sowie von Schulungsmaterial für potentielle Multiplikatoren



## 4 Verwertung und Verstetigung

Die Datenhaltung in der GDI-DD und Visualisierung im 3D-Stadtmodell stellt sicher, dass die starkregenrelevanten Daten des Projektes transparent genutzt, gepflegt und fortgeschrieben bzw. erweitert werden können. Dies reicht von den Eingangsdaten wie Flächenneigungen, Gebäudetypen oder Radardaten, über wesentliche Zwischeninformationen wie Retentionspotentialen und Abflusskapazitäten bis zu den Ergebnissen wie den gebäudetypkonkreten Überschwemmungsrisiken und typisierten Empfehlungen von Maßnahmen.

Schrittweise werden in den nächsten Jahren auch für die anderen betroffenen Stadtgebiete die notwendigen Daten aufbereitet und in die erarbeitete Methodik eingebunden.

Für im Rahmen von Bebauungsplanungen vorgesehene neue Gebäude sind entsprechende neue Gebäudetypen zu entwickeln. Diese können mit geringem Aufwand in die GDI-DD eingepflegt und damit auch im 3D-Stadtmodell genutzt werden. Neue Modellierungsansätze, beispielsweise aufgrund von Erosionsbetrachtungen, können als weitere Szenarien berücksichtigt werden. Ebenso können neben den synthetischen Starkregen auch tatsächliche Ereignisse in die Szenarien aufgenommen und so deren ortsspezifische Aussagekraft, insbesondere für das radargestützte Nowcasting, schrittweise verbessert werden.

Neben der Präsentation im 3D-Stadtmodell werden die Informationen in der GDI-DD auch für das stadtweit in allen Verwaltungseinheiten eingesetzte WebGIS CARDO und für den speziell für die Öffentlichkeit optimierten interaktiven online-Themenstadtplan aufbereitet. Dadurch haben auch alle in der Thematik involvierten Partner weiterhin den Zugriff auf die Informationen und können diese gemeinsam nutzen, auch wenn sie nicht mit dem 3D-Stadtmodell arbeiten.

Durch die konsequente Anwendung offener Standards bei der Vernetzung der Geodaten wird auch technisch deren nachhaltige Nutzung gewährleistet. Bereits etablierte Schnittstellen des Open Geospatial Consortium (OGC) werden für den Austausch von Vektordaten mittels Web Feature Services (WFS), von Kartenwerken über Web Map Services (WMS) und der Kataloginformationen durch Catalogue Services (CSW) eingesetzt. Die Speicherung und Pflege der Geodaten als 3D-Informationen mittels CityGML erlaubt es, hierarchische und semantische Zusammenhänge sowie attributive Beschreibungen für diese Daten abzubilden.

So können verschiedene Kommunen die erarbeitete Methodik weitgehend mit ihren verfügbaren Techniken umsetzen bzw. müssen diese nur punktuell erweitern.

Dies gewährleistet nicht nur die plattform- und herstellerunabhängige Weiterverarbeitung. Es eröffnet auch die anderweitige Nutzbarkeit des im Projekt erarbeiteten Wissens für weitere mögliche Anwendungen zur Klimawandelanpassung.

## 5 Übertragbarkeit und Öffentlichkeitsarbeit

Die Orientierung an offenen und von internationalen Gremien standardisierten Technologien und Verfahren erleichtert wesentlich die Übertragbarkeit der erarbeiteten Methodik auf andere Kommunen (siehe Abschnitt 4) und unterstreicht den Leuchtturmcharakter dieses Projektes. Die im Projekt WAWUR verwendeten Eingangsdaten, wie z. B. ALKIS, DGM, Kanalnetzdaten sowie die DWD-Daten, insbesondere KOSTRA und Radardaten, werden i. d. R. auch in anderen Kommunen Deutschlands ohnehin genutzt bzw. können von diesen genutzt werden. Auch ist der Ansatz der Gebäudetypen sehr gut auf Gebäudestrukturen in anderen Kommunen anwendbar.

Zur Nutzung der fachlich erarbeiteten Ergebnisse müssen diese aktiv den Betroffenen und Mitwirkenden vermittelt werden. Die Öffentlichkeitsarbeit zum Projekt ist besonders wichtig und hat einen „inneren“ und einen „äußeren“ Fokus. Für die Sicherstellung der Nutzung der Ergebnisse als gemeinsame fachliche Grundlage wird verwaltungsintern mit involvierten Planungsämtern und Genehmigungsbehörden ein begleitender Arbeitsprozess organisiert, in dem zu den Meilensteinen die einzelnen Arbeitsschritte vorgestellt und bereits Zwischenergebnisse zur Diskussion gestellt werden. Für die Kommunikation nach außen wird zur öffentlichen Bereitstellung des Wissens zu Gefahren, Gebäudetypen, Risiken und Handlungsmöglichkeiten nicht nur der browsergestützte 3D-Modellviewer genutzt. Ergänzend sollen für Multiplikatoren (insbesondere Architekten, Ingenieure und Handwerker) Schulungsmaterialien zur Nutzung des über das 3D-Modell bereitgestellten Wissens bereitgestellt werden. Darüber hinaus sollen einmal pro Jahr besondere Meilensteine mit den Multiplikatoren öffentlich diskutiert werden.