

# Abschlussbericht

## GeoSmartChange

im Rahmen des Förderprogramms

**Digitale Modellregion GE/BOT/Kreis RE  
mit der Leitkommune Gelsenkirchen**

Stand: 31.03.2022

**Projektbeginn:** 01.12.2019

**Projektabschluss:** 31.12.2021

**Projektkoordinator/in:**

Tim Kloetzing

Böckenhoffstraße 44-46, 46236 Bottrop

02041/703934

[tim.kloetzing@bottrop.de](mailto:tim.kloetzing@bottrop.de)



Westfälische  
Hochschule



ifi  
Institut für  
Innovationskultur  
und Management

**bottrop.**

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung (Management Summary)</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beteiligte Projektpartner</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Ausgangssituation</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Zielsetzung und Vorgehensweise</b> .....	<b>5</b>
	4.1 Zielsetzung .....	5
	4.2 Vorgehensweise .....	6
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>6</b>
	5.1 Projektergebnisse .....	6
	5.2 Verwertung und Anschlussfähigkeit .....	12

## 1 Zusammenfassung (Management Summary)

Die digitale Erfassung der Umgebung per Bildbefahrung ist eine inzwischen marktreife Lösung, die es durch spezielle Kamertechnik erlaubt, einen hochauflösenden, messgenauen und georeferenzierten „Digitalen Zwilling“ mit 360°-Panoramabildern des Stadtgebietes zu erstellen. Dazu wurde ein entsprechendes Vergabeverfahren durchgeführt, an dessen Ende die CycloMedia Deutschland GmbH den Zuschlag erhielt. Der Digitale Zwilling steht seit Anfang 2021 allen 13 Gebietskörperschaften der Smart Region Emscher-Lippe zur Verfügung.

Um eine zielgerichtete und rechtssichere Nutzung dieser neuen Technologie durch die unterschiedlichen Fachverwaltungen in den digitalen Modellkommunen zu ermöglichen, wurden technische, wirtschaftliche, rechtliche, organisatorische sowie Kompetenzbarrieren bei den Beschäftigten untersucht.

Im Ergebnis konnten durch eine Verbesserung der automatischen Objekterkennung und ein übertragbares Change-Management-Konzept eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten für georeferenzierte Bilddaten im Austausch der Städte der Smart Region Emscher-Lippe erschlossen werden. Dieser intensive Austausch der kommunalen Fachverwaltungen ist dabei beispielgebend für einen Change-Prozess zur Smart Region, der auch auf andere Felder und Regionen übertragen werden kann.

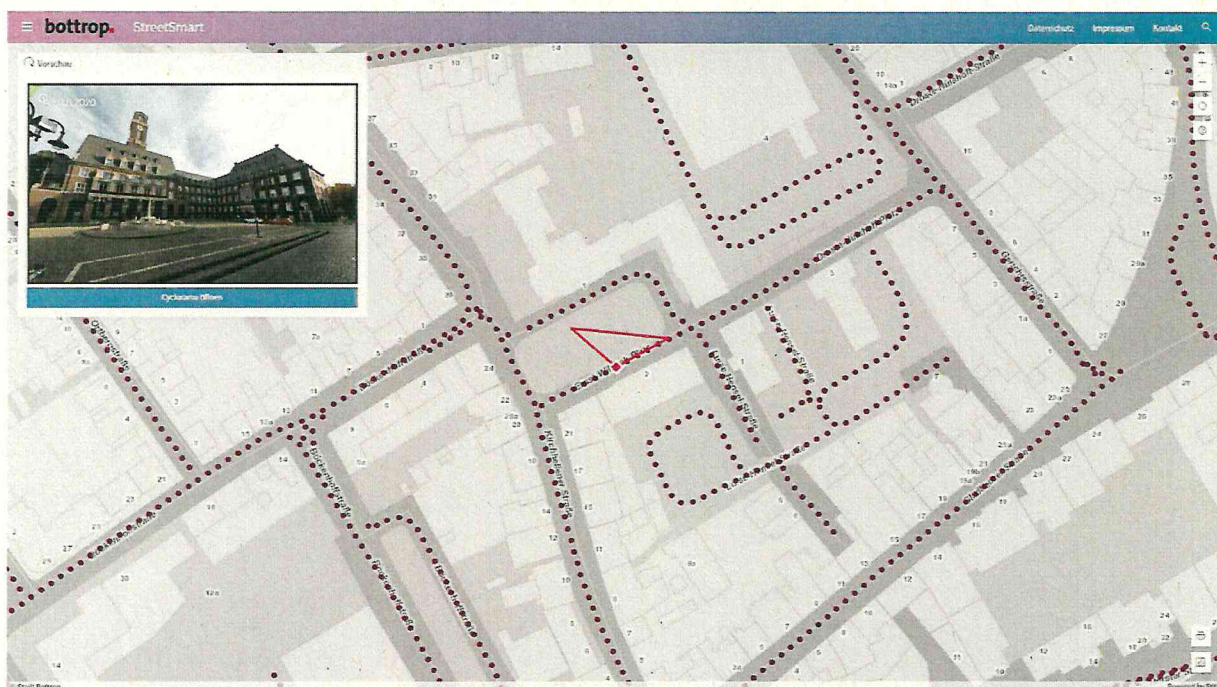


Abbildung 1 - Screenshot. Ansicht des Digitalen Zwillings über den Viewer der Stadt Bottrop. Zu sehen ist das Rathaus der Stadt Bottrop.

## 2 Beteiligte Projektpartner

### Angaben zum Projektkoordinator

**Firma/Organisation:** Stadt Bottrop

**Ansprechpartner** Tim Kloetzing, 02041/703934, [tim.kloetzing@bottrop.de](mailto:tim.kloetzing@bottrop.de)

### Adresse und Ansprechpartner der Verbundpartner

**Firma/Organisation:** Institut für Innovationsforschung und -management,  
Buscheyplatz 13, 44801 Bochum

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Bernd Kriegesmann, Toni Reichert

**Firma/Organisation:** Westfälische Hochschule,  
Neidenburger Str. 43, 45897 Gelsenkirchen

**Ansprechpartner** Prof. Dr. Christian Kuhlmann, Prof. Dr. André M. Latour

### **3 Ausgangssituation**

Viele Verwaltungsverfahren in Kommunen und Anliegen von Bürgerinnen und Bürgern erfordern aktuelle Kenntnisse über die konkreten örtlichen Begebenheiten in der Stadt. Die digitale Erfassung der Umgebung per Bildbefahrung ist eine inzwischen marktreife Lösung, die es durch entsprechende Kamertechnik erlaubt, einen hochauflösenden, messgenauen und georeferenzierten „Digitalen Zwilling“ mit 360°-Panoramabildern des Stadtgebietes zu erstellen.

Die Erschließung der Effizienzpotenziale durch diese Aufnahmen in der Stadtverwaltung erforderte allerdings eine intensive Analyse der Barrieren (technisch, wirtschaftlich, rechtlich, organisatorisch, Kompetenzen der Beschäftigten) und einen flankierenden Change-Management-Prozess. Auch bestand weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um die selbstlernende, automatische Objekterkennung zu verbessern.

Hier setzte das Projekt „GeoSmartChange“ mit dem Ziel an, die Adaption dieser neuen Lösung pilothaft innerhalb der digitalen Modellregion Emscher-Lippe zu erschließen. Der intensive Austausch der kommunalen Fachverwaltungen sollte dabei beispielgebend für einen Change-Prozess zur Smart Region sein, der auch auf andere Felder und Regionen übertragen werden kann. Anhand der neuen technologischen Möglichkeiten sollte aufgezeigt werden, wie im Zuge der digitalen Transformation zur Smart City effizientere Prozesse, Kosteneinsparungen und ein verbesserter Bürgerservice geleistet werden können. Im Ergebnis sollten so ungenutzte Digitalisierungspotenziale hinsichtlich der Nutzung der Technologie ausgeschöpft, wegweisende und nachhaltige Veränderungen für eine digitale Stadtentwicklung angestoßen und durch die anschließende Übertragung auf andere Standorte Digitalisierungsprozesse deutlich beschleunigt werden.

## **4 Zielsetzung und Vorgehensweise**

### **4.1 Zielsetzung**

Das Ziel von GeoSmartChange war es, durch die Bereitstellung eines hochauflösenden und georeferenzierten „digitalen Zwillings“ der Emscher-Lippe-Region einen kommunalen Mehrwert zu generieren, der sich sowohl auf die Arbeitsprozesse der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter als auch auf Seiten der Einwohnerinnen und Einwohner bemerkbar machen soll. Kommunen können auf Grundlage der neu gewonnenen Datenbasis Verwaltungsaufgaben im Planungs- und Genehmigungsbereich direkt vom Schreibtisch aus und somit per Mausclick erledigen.

Die Folge: Die Anzahl aufwendiger Ortsbegehungen verringert sich erheblich, was zu einer Reduktion des Arbeitsaufwands sowie der Arbeitszeit in Bezug auf die entsprechenden Prozesse führt und infolgedessen zu einer Effizienzsteigerung beiträgt. Damit geht eine signifikante Arbeitserleichterung für die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Kommunen einher, deren Arbeitsfluss künftig nicht mehr durch entsprechende Vor-Ort-Termine unterbrochen wird.

Der Mehrwert für die Einwohnerinnen und Einwohner der Kommunen liegt auf der Hand. Sie profitieren zum einen von der schnelleren Abwicklung von Verwaltungsprozessen und Antragstellungen. Durch eine Verknüpfung mit den kommunalen Geoportalen können Einwohnerinnen und Einwohner zudem auf die bei der Befahrung erfassten Geoobjekte (Verkehrszeichen, Ampeln etc.) und ihren Standort sowie weitere dazugehörige Informationen im Sinne von Open Data zugreifen.

## 4.2 Vorgehensweise

Um die digitale Transformation durch georeferenzierte Bilddaten in den beteiligten Kommunen voranzutreiben wurden verschiedene Analyse- und Umsetzungsaktivitäten durchgeführt, die in insgesamt fünf Arbeitspaketen gebündelt waren:

- AP1 - Projektkoordination (Stadt Bottrop)
- AP2 - Datenerhebung und -bereitstellung (CycloMedia Deutschland GmbH)
- AP3 - Verbesserung des selbstlernenden Algorithmus zur automatischen Objekterkennung (Westfälische Hochschule)
- AP4 - Analyse von Umsetzungsbarrieren, Gestaltung von Implementierungspfaden und Mobilisierung der Fachverwaltungen (Westfälische Hochschule)
- AP5 - Aufbereitung der Umsetzungserfahrungen und Erstellung eines Implementierungsleitfadens (Westfälische Hochschule)

Während der Projektdurchführung kam es zu keinen nennenswerten Verzögerungen.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Projektergebnisse

#### Teilgebiet - Innovationsmanagement

Das Institut für Innovationsforschung und -management begleitete und analysierte die pilothafte Implementierung des Digitalen Zwillings unter der wissenschaftlichen Perspektive organisatorischer Veränderungsprozesse und ihrer erfolgreichen Gestaltung („Change Management“). Das Ziel dieser Forschungsaktivitäten bestand darin, spezifische Maßnahmen, Barrieren und Erfolgsfaktoren eines solchen Veränderungsmanagements in Bezug auf den Digitalen Zwilling zu konkretisieren.

Die Aktivitäten umfassten insbesondere die enge Begleitung des Implementierungsprozesses in Form mehrerer qualitativer Interviews („Expertengespräche“), einer quantitativen Längsschnitts-Erhebung („Mitarbeiterbefragung“) in den Kommunen Bottrop, Gelsenkirchen und der Kreisverwaltung Recklinghausen sowie den regelmäßigen Austausch mit den Implementierungs-Verantwortlichen in den beteiligten Gebietskörperschaften.

Als das Ergebnis dieser Forschungsaktivitäten konnten im Rahmen des Projektes relevante Faktoren für eine erfolgreiche Implementierung von Digitalen Zwillingen in

Kommunal- und Kreisverwaltungen identifiziert werden. Diese lassen sich in technische, personelle und organisatorische Erfolgsfaktoren unterteilen.

#### **- personelle Faktoren**

Konzentration des Veränderungsmanagements auf die Gruppe der abwartend-reservierten Mitarbeiter:innen; weitestgehende Autonomie in Bezug auf die Erschließung von Anwendungsmöglichkeiten; Bereitstellung bzw. Durchführung sowohl von interaktiver als auch digital abrufbarer Qualifizierungsmaßnahmen zur Adressierung unterschiedlicher Lerntypen.

#### **- technische Faktoren**

Nutzung der bereitgestellten Schnittstellen zur Integration d. Neuerung in bestehende Geoinformationssysteme; niedrighschwelliges Accountmanagement; konsequenter Support im Zuge d. Implementierung.

#### **- organisatorische Faktoren**

Besetzung des operativen Veränderungsmanagements mit erfahrenen und anerkannten Mitarbeiter:innen; Identifikation und Ansprache von Pilotnutzer:innen in den Fachabteilungen; Gleichzeitige Ansprache von Führungskräften und IT-Fachkoordinatoren im Zuge der Implementierung; Aufbau geeigneter Feedback-Kanäle zur Evaluation der tatsächlichen Nutzung.

Die genannten Projektergebnisse wurden im Rahmen eines Implementierungsleitfadens ausführlich dokumentiert, der die genannten Erfolgsfaktoren zusammen mit theoretischen und praktischen Grundlagen des Change Managements didaktisch aufbereitet. Der Implementierungsleitfaden vermittelt kommunalen Akteuren ein praxisrelevantes Basiswissen über die erfolgreiche Gestaltung von (digitalen) Veränderungsprozessen im Allgemeinen sowie zur Implementierung eines Digitalen Zwillings im Speziellen.

Im Zuge der quantitativen Erhebung konnten nicht nur hohe Akzeptanzwerte und ein hoher empfundener Mehrwert durch die Nutzung des Digitalen Zwillings dokumentiert werden, sondern außerdem eine positive „Strahlkraft“ des Digitalen Zwillings mit Blick auf kommunale Digitalisierungsprojekte. (Vgl. Abbildung 2 & 3)

Dahingehend lässt sich festhalten, dass der Einsatz georeferenzierter Bild- und Laserdaten als erfolgsversprechendes „Ice-Breaker-Projekt“ betrachtet werden kann, um durch positive Nutzungserlebnisse die Bereitschaft der Verwaltungsmitarbeiter:innen für weitergehende Digitalisierungsbemühungen zu fördern.

### Empfundenes Verbesserungspotenzial und Arbeitsentlastung durch den Digitalen Zwilling

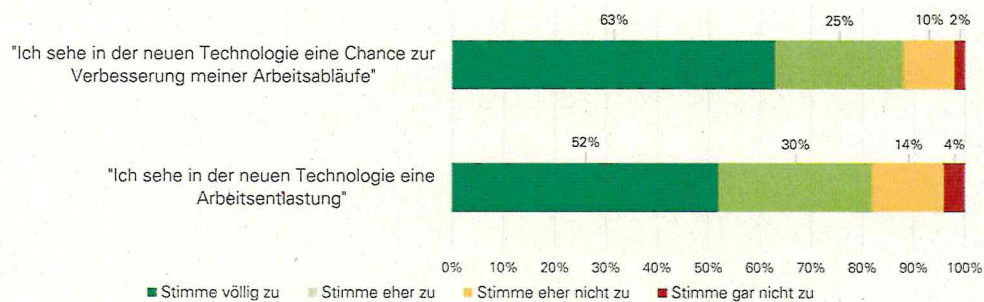


Abbildung 2 - Wahrnehmung von Arbeitsverbesserungspotenzial und Arbeitsentlastung infolge der Einführung des DZ. Daten aus der zweiten Mitarbeiter:innenbefragung (nach Einführung des DZ). Teilstichprobe: Beschäftigte, in deren Abteilungen der DZ eingesetzt wird (n=161)

### Zustimmung zu den Digitalisierungsvorhaben in der eigenen Verwaltung

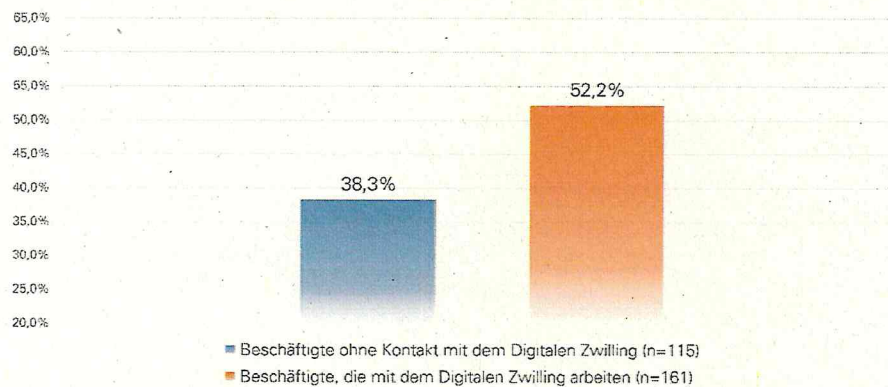


Abbildung 3 - Anteil der Beschäftigten, die angeben, "stark" oder "sehr stark" von den Digitalisierungsvorhaben in ihrer Verwaltung überzeugt zu sein. Daten aus der zweiten Mitarbeiter:innenbefragung (nach Einführung des DZ). Teilstichprobe: Beschäftigte, in deren Abteilungen der DZ eingesetzt wird (n=161)

### Teilgebiet - Rechtssicherheit

Mit Blick auf die juristischen Implikationen des Digitalen Zwillings wurden rechtliche Expertisen und Stellungnahmen aus dem Bereich des Datenschutz-, Persönlichkeits- und Urheberrechts sowie teilweise des Kommunalrechts angefertigt. Diese Expertisen und Stellungnahmen stehen interessierten Kommunen in Form eines Dossiers auf Anfrage bei der Stadt Bottrop zur Verfügung.

In Bezug auf den kommunalen Einsatz eines Digitalen Zwillings aus Bild- und Laserdaten kann festgehalten werden, dass eine umfassende ‚Rechtssicherheit‘ im Sinne einer präzisen Vorhersehbarkeit und Vermeidbarkeit potentieller juristischer Konflikte oder Auseinandersetzungen, nicht gewährleistet werden kann. Insbesondere auf dem



Gebiet des neueren EU-Datenschutzrechts mangelt es (noch) an einschlägiger Rechtsprechung, die sich auf konkrete Fragestellungen des Digitalen Zwillings übertragen ließe.

Festgehalten werden kann, dass der Einsatz eines Digitalen Zwillings in der öffentlichen Verwaltung nicht dem Grunde nach mit bestehenden datenschutzrechtlichen, persönlichkeitsrechtlichen oder anderweitigen juristischen Anforderungen kollidiert.

Seine Nutzung ist daher unter rechtlichen Gesichtspunkten im Wesentlichen zulässig. Etwaige Einwände von Betroffenen müssen zwar jeweils einer juristischen Bewertung unterzogen werden, jedoch wird auch hier in der Regel das berechtigte Interesse der Kommunen an einer effizienten Erfüllung ihrer Aufgaben überwiegen.

Im Falle einer Veröffentlichung konkreter Aufnahmedaten kann hingegen eine einzel-fallbezogene Abwägung dieses Interesses mit datenschutz- und persönlichkeitsrechtlichen Belangen erforderlich werden.

- Eine Handreichung zur Vorgehensweise im Falle einer geplanten Veröffentlichung einzelner Datenaufnahmen ist Teil des bereitgestellten Dossiers.

Selbiges enthält darüber hinaus:

- Empfehlungen mit Blick auf die Verfügbarmachung des Digitalen Zwillings für kommunale Eigenbetriebe und -gesellschaften sowie für eine (temporäre) Nutzung der Daten durch Verwaltungsexterne (z.B. Dienstleister im Auftrag der Gebietskörperschaften wie etwa Planungsbüros oder Gutachter in kommunalen Ausschüssen.
- Eine Bibliographie mit relevanten Veröffentlichungen zu einschlägigen rechtlichen Fragestellungen mit Bezug auf den Digitalen Zwilling (z.B. Visualisierungen des öffentlichen Raums, Digitale Panoramadienste etc.)

### Teilgebiet - Informationstechnische Forschung und Entwicklung

Hinsichtlich der Verbesserung der selbstlernenden Algorithmen zur automatisierten Objekterkennung wurden die folgenden Ergebnisse erzielt:

#### 1. Aufbau einer Infrastruktur zur automatisierten Objekterkennung

Um die Voraussetzung zum Trainieren Tiefer Neuronaler Netze und deren Anwendung im Umfeld georeferenzierter Daten zu ermöglichen, wurde entsprechende Hardware (Workstation, GPU sowie ein NAS) angeschafft und in die Infrastruktur der Hochschule eingebunden. Die vom Befahrungs-Dienstleister (CycloMedia) bereitgestellten Daten wurden auf dem System eingespielt. Ferner wurde ein Systemrahmen implementiert, der es ermöglicht, effizient auf die bereitgestellten Daten zuzugreifen und diese als Daten zum Antrainieren bzw. Testen neuronaler Netze zu nutzen.

#### 2. Erkennung und Klassifikation von Fahrbahnmarkierungen

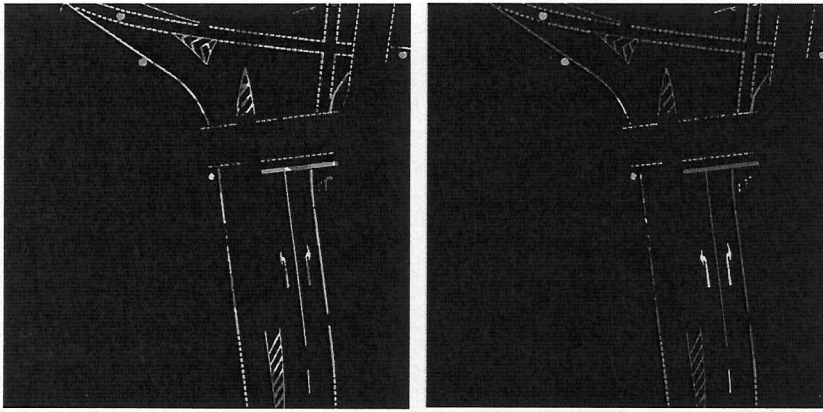


Abbildung 4: Automatisiert erkannte Fahrbahnmarkierungen - Einordnung nach Zustand (links) und Art (rechts)

In Abstimmung mit den Tiefbauämtern wurde der Bedarf einer automatisierten Kartierung von Art und Zustand der Fahrbahnmarkierungen als Grundlage zur Planung der Instandsetzung identifiziert.

Hierfür wurden gemeinsam mit dem Fachbereich Tiefbau der Stadt Bottrop und in Zusammenarbeit mit einem auf Straßenzustände spezialisierten Ingenieurbüro konkrete Anforderungen definiert, wie etwa die relevanten Qualitätsklassen und Arten der Fahrbahnmarkierungen.

Eine wichtige und häufig aufwändige Voraussetzung zum Trainieren Neuronaler Netze ist die Bereitstellung geeigneter (mit den relevanten Merkmalen markierter) Trainingsdaten. Hierfür wurde ein webbasiertes Markierungs-Tool konfiguriert und bereitgestellt, mit dem in definierten repräsentativen Bereichen Fahrbahnmarkierungen auf orthogonalen Aufsichten manuell markiert wurden (durch Nachzeichnen der Konturen und manueller Einordnung in Art und Zustand jeder Markierung. Die Trainingsdaten wurden im Laufe der Umsetzung sukzessive ergänzt.

Eine wichtige und häufig aufwändige Voraussetzung zum Trainieren Neuronaler Netze ist die Bereitstellung geeigneter (mit den relevanten Merkmalen markierter) Trainingsdaten. Hierfür wurde ein webbasiertes Markierungs-Tool konfiguriert und bereitgestellt, mit dem in definierten repräsentativen Bereichen Fahrbahnmarkierungen auf orthogonalen Aufsichten manuell markiert wurden (durch Nachzeichnen der Konturen und manueller Einordnung in Art und Zustand jeder Markierung. Die Trainingsdaten wurden im Laufe der Umsetzung sukzessive ergänzt.

Als Grundlage der Erkennung dienen sogenannte Ortho-Fotos, eine aus den Panoramabildern des Digitalen Zwillinges umgerechnete orthogonale Straßenaufsicht, die neben den üblichen RGB-Kanälen um einen weiteren Kanal mit Reflexionswerten angereichert wurden, der aus den Laserdaten gewonnen wird. Diese wurden bereits vom Befahrungsdienstleister mitgeliefert. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die bereitgestellten Ortho-Fotos für die Erkennungszwecke nicht optimal sind. So wurde eine Komponente entwickelt, die eine für die Erkennungszwecke optimierte Variante der Ortho-Fotos generiert. Diese enthält neben der Verwendung reiner Bildausschnitte ein auf neuronalen Netzen basiertes Segmentierungsverfahren zur Eliminierung störender Objekte, etwa vorbeifahrender Autos etc. Hiermit wurde ebenfalls eine deutliche Verbesserung der Erkennung erzielt.

Zur Erkennung und Klassifikation wurden verschiedene Varianten und Konfigurationen tiefer neuronaler Netze anhand der erstellten Trainingsdaten trainiert, validiert und miteinander verglichen. Hiermit konnte ein für die spezielle Problemstellung optimiertes Lernverfahren identifiziert werden.

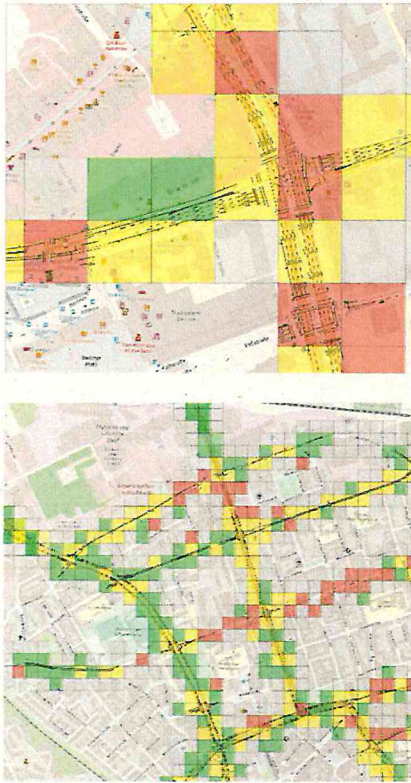


Abbildung 5: Aggregation der Zustände der Fahrbahnmarkierungen

Der Erkennungsprozess liefert als Rohergebnis Bildmasken, d.h. bildpixelweise Klassifikationen. Es wurde eine Komponente entwickelt, welche die Bildmasken in Vektorgrafiken transformiert und in Gestalt standardisierter Geo-Daten (shape-Datei-Format) ausgibt. Ferner wurde in Abstimmung mit dem Fachbereich Tiefbau Bottrop eine Aggregation der Zustände der Fahrbahnmarkierung auf Planquadrate (50x50m-Kacheln) definiert und umgesetzt. Die Zustände der im Planquadrat enthaltenen Markierungen werden dabei nach einem definierten Schlüssel aggregiert. Die umgesetzten Komponenten ermöglichen den Kommunen die Generierung einer für Planungszwecke konkret verwendbaren Datenbasis von Art und Zustand der Fahrbahnmarkierungen.

Für ausgewählte Bereiche der Stadt Bottrop und des Kreises Recklinghausen wurden auf Basis des implementierten Erkennungsprozesses die Markierungszustände erfolgreich generiert und vom Fachbereich Tiefbau Bottrop überprüft. Die Implementierungen werden über ein GIT-Repository den Kommunen zur weiteren eigenständigen Nutzung bereitgestellt.

### 3. Texturierung von 3d-Stadtmodellen



Abbildung 6: 3d-Stadtmodell des Kreises Recklinghausen

Die am Projekt beteiligten Kommunen arbeiten aktuell am Aufbau eines kommunalen 3d-Stadtmodells. In einem Viewer werden Gebäude auf Basis von Vermessungsdaten als 3d-Objekte angezeigt. Um eine optisch realistische Ansicht zu erhalten, ist es notwendig, die Gebäudeflächen mit Bilddaten der Fassaden zu versehen. In Zusammenarbeit mit dem Vermessungsamt des Kreises Recklinghausen ist Anfang 2021 die Idee entstanden, aus dem Datenbestand des Digitalen Zwillinges die Fassadenbilder automatisch zu extrahieren und in den Datenbestand des 3d-Stadtmodells zu integrieren.



Abbildung 7: Aggregation der Texturen in Atlanten

Diese Idee wurde 2021 erfolgreich umgesetzt. Nach einer Konzeptionsphase wurde ein Datenprozess aufgebaut. Dieser erhält als Eingabe die strukturierten Daten des entsprechenden Ausschnittes des 3d-Stadtmodells (im gml-Dateiformat) sowie den Datenbestand des Digitalen Zwillings (Panoramabilder). Der Datenprozess ermittelt alle relevanten Fassaden auf dem 3d-Stadtmodell und berechnet sukzessive für jede Fassade die optimalen Aufnahmepositionen und entsprechenden Bildausschnitte aus dem Datenbestand. Diese werden dann in sogenannten Atlanten zusammengefügt. Das 3d-Stadtmodell wird mit den entsprechenden neuen Bildreferenzen versehen. Die ergänzte gml-Datei wird dann zusammen mit den generierten At-

lanten ausgegeben.

Im Anschluss an die Implementierung wurde das 3d-Stadtmodell des Kreises Recklinghausen erfolgreich mit den Texturen ergänzt. Die implementierten Module werden den Kommunen über ein GIT-Repository zur weiteren Verwendung bereitgestellt.

#### 4. Erkennung von Straßenbäumen

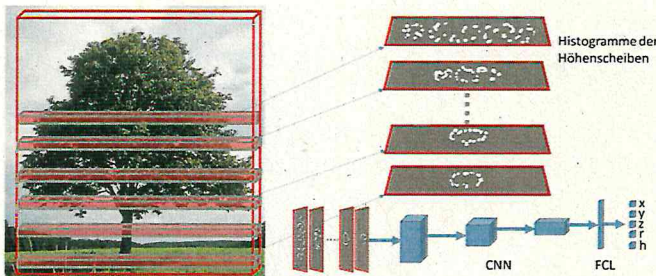


Abbildung 8: Baumerkennung anhand von Histogrammen von Höhenscheiben der 3d-Punktwolken

Ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem Kreis Recklinghausen wurde ein Datenprozess zur automatisierten Baumerkennung (Position, Umfang) auf Basis des Datenbestandes des Digitalen Zwillings implementiert. Als Trainingsdaten werden bestehende Baumkatasterdaten sowie manuell erzeugte (markierte) Daten herangezogen.

Für die Erkennung werden die 3d-Punktwolken des Digitalen Zwillings in Höhenscheiben partitioniert und hieraus 2d-Histogramme berechnet. Diese dienen dann in Form von Bildkanälen als Input eines Tiefen Neuronalen Netzes. Die realisierte Software wird ebenfalls über ein GIT-Repository den Kommunen bereitgestellt.

#### 5.2 Verwertung und Anschlussfähigkeit

- Die Ergebnisse aus Teilgebiet Innovationsmanagement wurden in Form eines Implementierungsleitfadens aufbereitet, der eine praktische Adaption der Projekterkenntnisse durch andere Kommunen direkt adressiert. Der Leitfaden steht interessierten Kommunen zum kostenlosen Download bereit und wird auf Anfrage an das Institut für Innovationsforschung und -management auch als physisches Druckexemplar zu erhalten sein.

- Eine Übertragung der Projekterkenntnisse fand bereits im Zuge der Projektdurchführungen wiederholt durch den Erfahrungsaustausch mit rund 25 interessierten Gebietskörperschaften und Organisationen statt. Die dabei zum Ausdruck gekommenen Informationsbedarfe sind sowohl in die Konzeption des Leitfadens als auch der übrigen Ergebnisdokumente eingeflossen.
- Objekterkennung: Der Fachbereich Tiefbau der Stadt Bottrop plant den konkreten Einsatz der Software zur Erkennung und Klassifikation der Fahrbahnmarkierungen als Planungs-Werkzeug. Weitere Kommunen sowie der Kreis Recklinghausen haben ihr Interesse hierfür bekundet. Ebenfalls kommen die Texturen im 3d-Stadtmodell bereits zum Einsatz. Die Berechnungen hierfür wurden an der Westfälischen Hochschule durchgeführt. Es ist geplant, dass nach erneuten Befahrungen eine Neuberechnung über die bereitgestellte Software durch den Kreis erfolgt.
- **Weitere Kooperationen zwischen beteiligten Projektpartnern**

Aus der Zusammenarbeit mit den Kommunen und dem Kreis Recklinghausen ist bereits ein Folgeprojekt mit dem Kreis Recklinghausen im Rahmen des Klimaprojektes Cop4Kom entstanden, an dem auch der Regionalverband Ruhr sowie die Emschergenossenschaft/Lippeverband beteiligt sind. Die mit der Objekterkennung im Projekt GeoSmartChange gewonnene Expertise soll nun dazu verwendet werden, Versiegelungsflächen automatisiert zu erkennen. Aktuell gibt es verschiedene Überlegungen zur weiteren Fortsetzung der Zusammenarbeit mit den Kommunen und Fortführung der Forschungsergebnisse, besonders hinsichtlich automatisierter Fahrbahnzustandserkennung sowie der Erkennung und Klassifikation von Biotopen (u.a. mit den Fachbereichen Tiefbau sowie Umwelt und Grün der Stadt Bottrop).
- **Nachhaltige positive Folgeeffekte**

Durch die Einführung des Digitalen Zwillings als Arbeitsmittel wurde die Arbeitsqualität in den betreffenden Kommunen gesteigert. Zudem konnten durch Einführung des Digitalen Zwillings direkte und indirekte Effizienzgewinne erzielt werden. Direkte Effizienzgewinne entstehen dadurch, dass der Einsatz des Digitalen Zwillings eine Überprüfung örtlicher Gegebenheiten vom Schreibtisch aus ermöglicht, wodurch anteilige Arbeitsstunden gegenüber Vor-Ort-Terminen eingespart werden. Indirekte Effizienzgewinne entstehen daraus, dass in diesem Zuge eine unterbrechungsfreiere Sachbearbeitung ermöglicht wird. Auch die Anwendung der entwickelten Software-Anwendung ist geeignet, in relevantem Umfang personelle Ressourcen freizusetzen bzw. Dienstleistungskosten auf Seiten der Kommunen einzusparen.

Wie die im Zuge der im Projekt durchgeführten Mitarbeiterbefragungen gezeigt haben, hat der Digitale Zwillings bei den durch seine Einführung betroffenen Mitarbeiter:innen zu einer erhöhten Zustimmung zu den kommunalen Digitalisierungsbemühungen geführt.

Durch die intensive operative Zusammenarbeit wurde zudem die interkommunale Vernetzung innerhalb der Emscher-Lippe-Region, insbesondere auf fachlicher Ebene der Bereiche Geoinformation/Kataster/Vermessung verbessert, sowie bestehende Netzwerke zwischen den beteiligten Kommunen und der Westfälischen Hochschule ausgebaut und gestärkt.

### Unterschrift Zuwendungsempfänger – Stadt Bottrop

Bottrop 31.3.22

Ort, Datum

Stadt Bottrop  
Amt für Informationsverarbeitung (12)  
Der Oberbürgermeister  
Im Auftrag:



Tim Kloetzing (Stempel und rechtsverbindliche  
Unterschrift)