



Wasserwirtschaft 4.0:

Transformative Potenziale von Künstlicher Intelligenz für mehr Nachhaltigkeit und Effizienz

Dr. David Hoffmann
Leiter Urbane Innovation
Wirtschaftsbetriebe Duisburg
Oldenburg, 08.02.2024

Die Wirtschaftsbetriebe Duisburg – AöR als breit aufgestelltes Kommunalunternehmen in der Metropolregion Rhein-Ruhr

502.211 Einwohner auf 233 km² Stadtfläche

Beschäftigte: 1.800 / Umsatz: 281 Mio. Euro

Universitätsstadt, westlichste Großstadt des Ruhrgebietes, Oberzentrum des Niederrheins

Kehrleistung: 335.380 km

Weltweit größter Binnenhafen auf über 1.500 ha, Stahlstandort Nr. 1 in Europa

Entsorgung: 312.278 t

37,5 km Rhein, 169 km Wasserfront

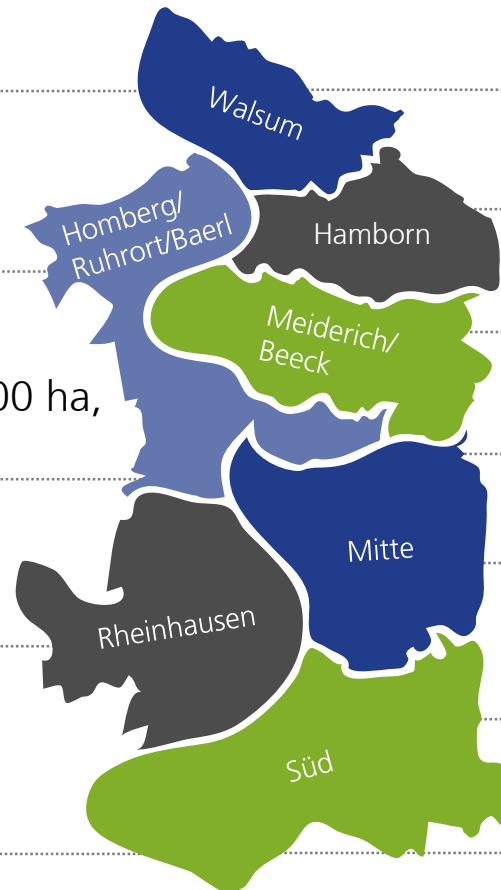
Papierkörbe: 5.500

Bestattungen: 3.560

Wichtiger Verkehrsknotenpunkt und größte EU-Logistikdrehscheibe für Warenströme

Grünanlagen: 489 (592 ha),
Spielplätze: 277 (61 ha)

1.250 km Straßen, 521 Lichtsignalanlagen,
~1.500 km Kanal, ~600 Sonderbauwerke



Überblick



- ▶ Transformative Entwicklungen und Trends in der Wasserwirtschaft
- ▶ Künstliche Intelligenz (KI) und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft
- ▶ KI-Anwendungsfälle und Potenziale
- ▶ Wasserwirtschaft 4.0: Abschließende Thesen

Technologische Entwicklungen verlaufen exponentiell

ASCI Red
1996

Sony Playstation 3
2005

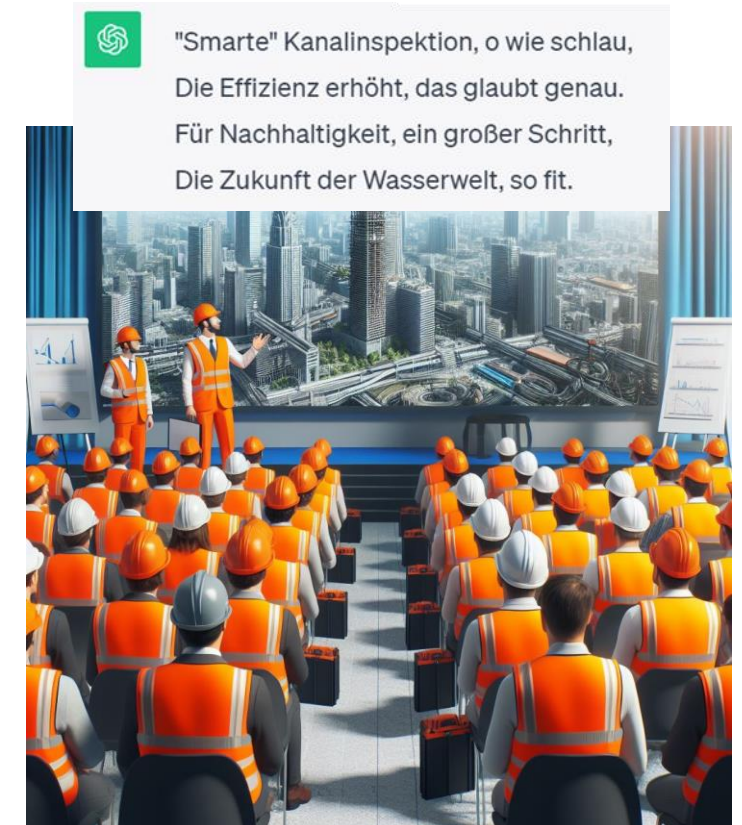
Allgegenwärtige KI
2024

Supercomputer zur Simulation nuklearer Waffen

1,3 Teraflops
2.000m²
500.000 W
\$ 110.000.000

Spielekonsole

1,8 Teraflops
0,08m²
380 W
\$ 499



Megatrends: Antreiber des Wandels

Die Integration der Megatrends als Modell ermöglicht es, die Wasserwirtschaft im Kontext der sich wandelnden globalen Landschaft zu verstehen und entsprechende Anpassungen und Innovationen voranzutreiben.

Neo-Ökologie



Konnektivität



Urbanisierung



Gesundheit

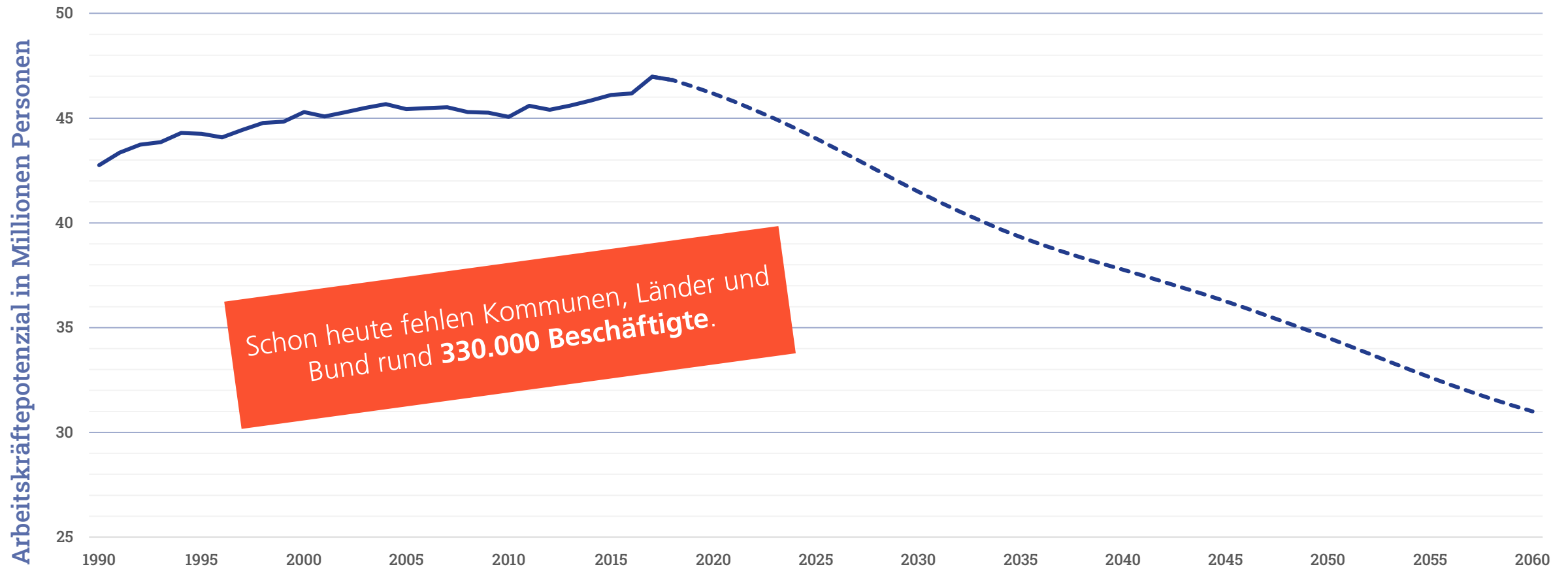


Herausforderungen und Trends auch in der Wasserwirtschaft

- Zunahme von Starkregenereignissen, Anstieg des Meeresspiegels
- Grundwasserrückgang, Trockenheit und Dürren
- Schwankende Wasserqualität und -reinheit
- Wassersensible und resiliente Stadtplanung, Mediterranisierung
- Zustand städtischer Infrastrukturen
- Automatisierung & Optimierung von Prozessabläufen
- Digitale Technologien & Innovationen, Konnektivität
- Cradle-to-Cradle & Zero Waste



Der Pool an Arbeitskräften in Deutschland wird kleiner und bringt Herausforderungen für Unternehmen und Beschäftigte



Entwicklung des Arbeitskräftepotenzial in Deutschland, wenn es keine Zuwanderung gäbe und Frauen sowie Ältere so häufig arbeiten wie bislang



Wasserwirtschaft 4.0 beinhaltet die Nutzung von **Digitalisierung (z.B. Künstliche Intelligenz)** in Verwaltung, Planung und allen physikalisch-chemischen Prozessen zum **Schutz und der nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser**, zur Ver- & Entsorgung und zum Schutz vor wasser- und gewässerbedingten Risiken. Über die **Kopplung von Sektoren** und die **Integration verschiedener Prozesse** wird eine Erhöhung von Kosteneffizienz, Servicequalität, Sicherheit und Zuverlässigkeit und damit eine deutliche **Verbesserung in der Daseinsvorsorge** erreicht.

Künstliche Intelligenz (KI) und ihre Bedeutung für die Wasserwirtschaft

KI

Künstliche Intelligenz
[1950 – 1966]

Ein Programm, welches erkennen, handeln und sich anpassen kann. Soll Aufgaben durchführen, welche üblicherweise menschliche Intelligenz erfordern. Beinhaltet auch klassische Felder wie Entscheidungsbäume, regelbasierte Systeme, Nächster-Nachbar-Klassifikationen, usw.

ML

Machine Learning
[1990er]

Lösungen werden durch Beispiele beigebracht und Entscheidungen anhand von bisher beobachteten Strukturen auf Basis mathematischen Methoden der Mustererkennung (z.B. logistische Regression) getroffen. Die gesuchten Strukturmerkmale werden vorgegeben. Ergebnisse werden besser, umso mehr strukturierte Daten über die Zeit bereitgestellt werden. Beispiele sind Produktempfehlungen im Onlineshopping, Vorhersage des Kundenverhaltens und die Erkennung von Kreditkartenbetrug.

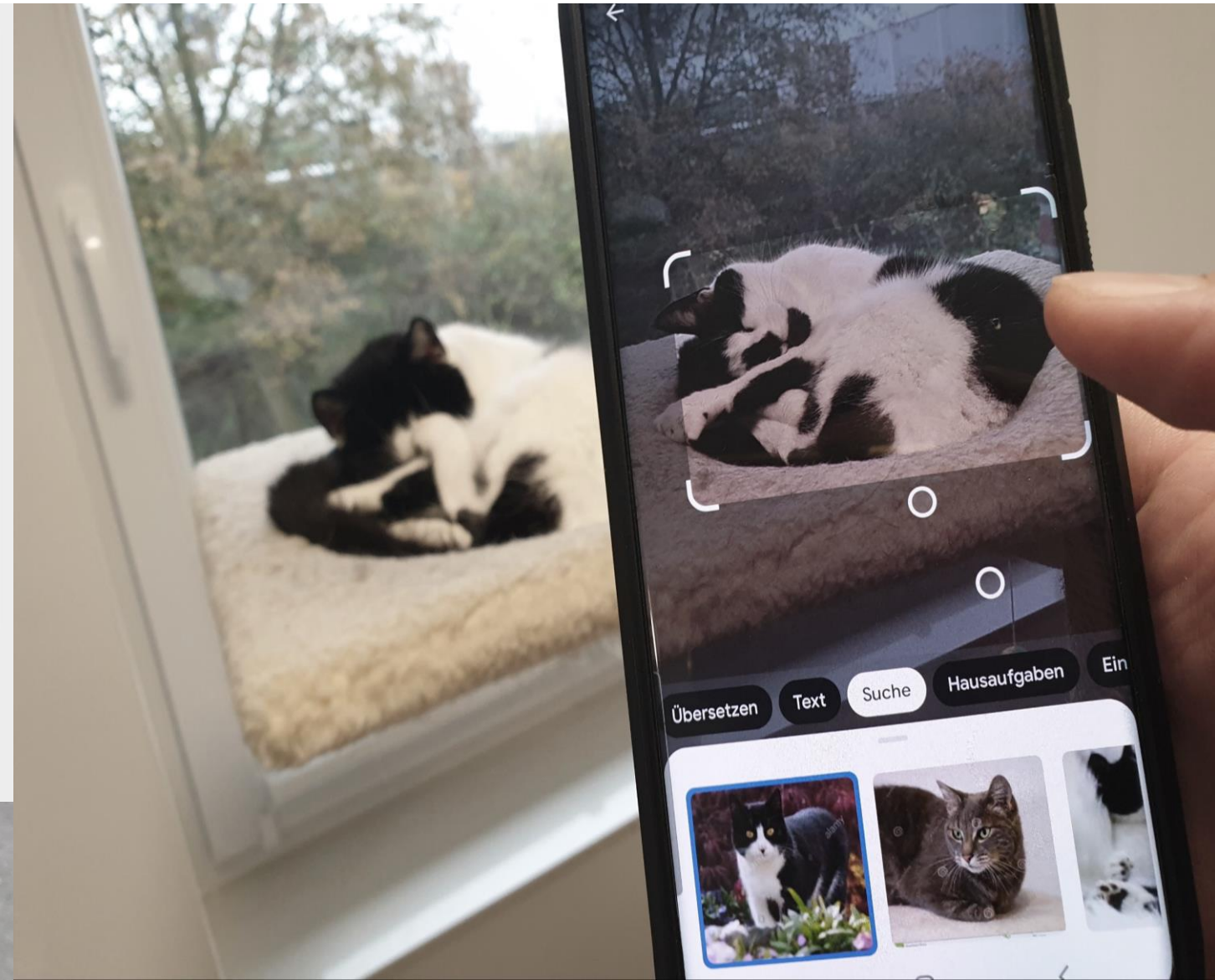
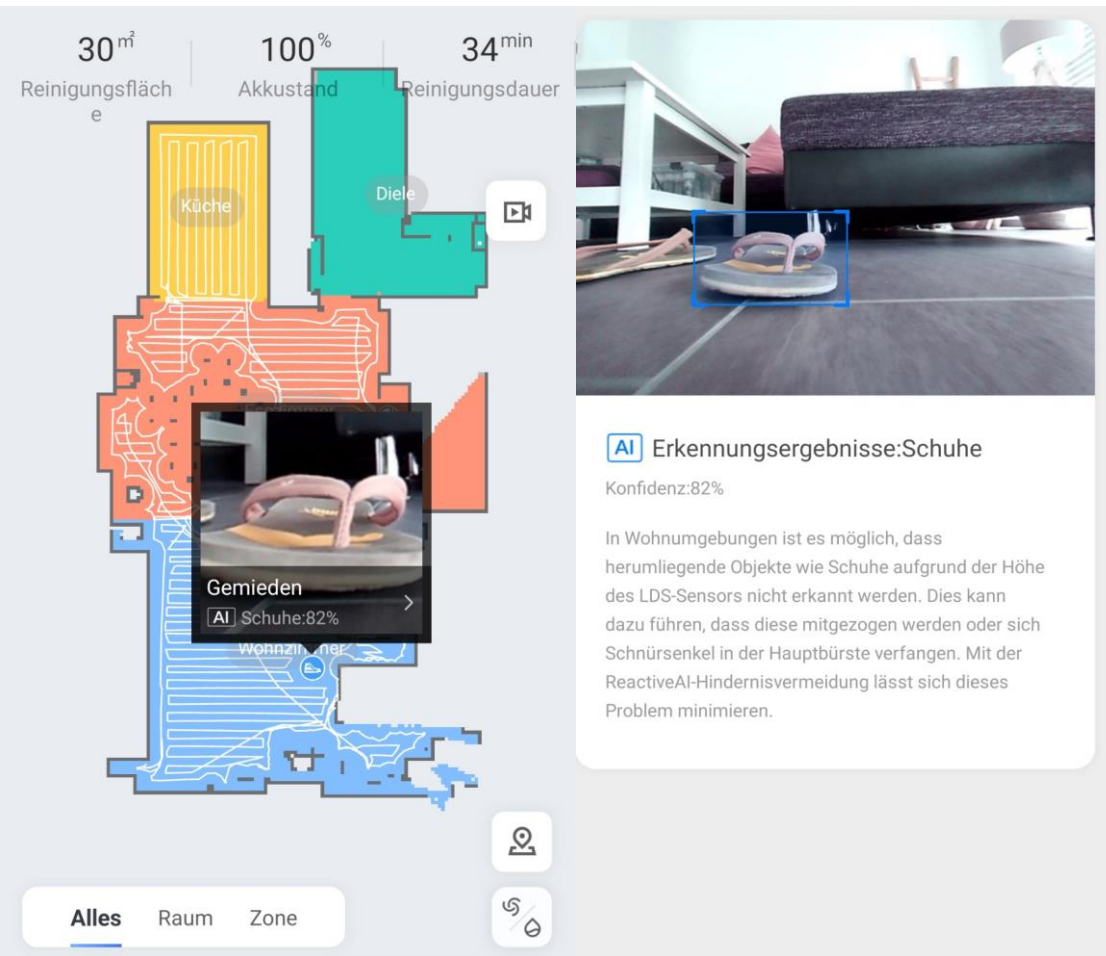
DL

Deep Learning
[2000er]

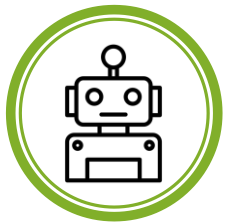
Nutzt „Deep Neural Networks“, ähnlich dem neuronalen Netzwerk im menschlichen Gehirn, und sehr große strukturierte und unstrukturierte Datenmengen (Big Data) um selbstlernende Algorithmen zu ermöglichen. Entscheidungsprozesse und Mustererkennung laufen dabei automatisiert über mehrere verborgene Schichten und Ebenen. Im Nachhinein ist es in der Regel nicht mehr nachvollziehbar, welche Entscheidungen auf Grundlage welcher Daten getroffen wurden. Gängige moderne Anwendungen sind dabei die Sprach-, Text- und Bilderkennung.

Mögliche Potenziale für die Wasserwirtschaft 4.0

- Prognosen (z.B. Wasserqualität)
- Überwachung und Früherkennung (Ausfälle, Verschleiß)
- Optimierung der Ressourcennutzung durch höhere Bedarfsorientierung
- Präzise und dynamische Steuerung der Infrastruktur, z.B. Vermeidung oder optimierte Verteilung von Überlaufereignissen, Reduzierung von Stoffeinträgen in Gewässer, ...
- Energieeffizienzsteigerungen durch Reduzierung von Betriebskosten
- ...



Intelligente Kanalinspektion für eine effiziente Zustandserfassung



Roboterassistierte
Inspektion



Bildverarbeitung
und KI



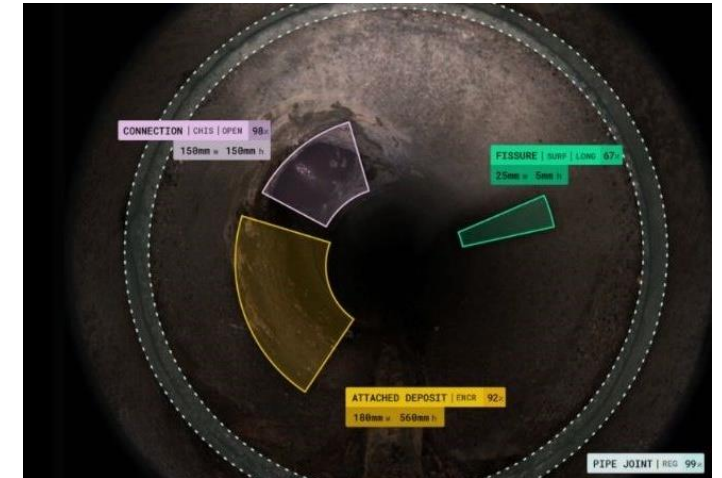
Sensortechnologie



Datenmanagement
und GIS-Integration

Schäden erkennen

- Bilder und Videos werden automatisch analysiert
- Strukturelle Schäden und Leckagen werden erkannt



Ratten erkennen

- Ratten werden durch Computer Vision identifiziert
- Echtzeitüberwachung ermöglicht schnelle Bekämpfungsmaßnahmen



KI-basierte Luftbildbewertung und -analyse für präzise Datenauswertung

Lokalisierung von Leckagen

- Erkennung von Feuchtigkeit im Boden
- Früherkennung von Leckagen in Trinkwasser- und Abwassernetzen, Deichen und anderen Systemen

Ziele: Frühzeitige Reaktion, Minimierung von Umweltauswirkungen, Reduzierung von Wasserverschwendung und Gewährleistung der Integrität kritischer Infrastrukturen.

Identifizierung von versiegelten Flächen

- Fernerkundung und bildgebende Verfahren zur präzisen Identifizierung versiegelter Bereiche
- Früherkennung von Veränderungen im städtischen Raum
- Erfassung von Daten zur Unterstützung von Maßnahmen zur Reduzierung von Versiegelung und Förderung von nachhaltiger Landnutzung

Ziele: Verbesserung des Wassermanagements in städtischen Gebieten, Minimierung von Versickerungsproblemen und Förderung einer nachhaltigen Stadtentwicklung

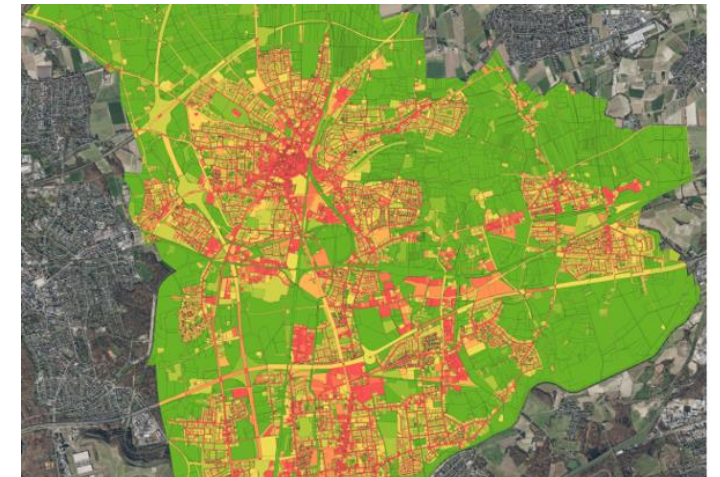


Bild: Prof. Dr. Christian Kuhlmann, Westfälische Hochschule

Generierung präziser Hochwasser-Lageinformationen durch KI via Verknüpfung von Informationen von Satelliten und Flugzeugen

Aus der Luftbildkarte können Hilfs- und **Rettungskräfte** erkennen, **welche Straßen** noch befahrbar sind.

Die Bilder und die sogenannten „**Wassermasken**“, die die Ausdehnung der Wasserflächen verdeutlichen, stehen den Helfern zur Verfügung.

Außerdem zeigt das Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) besonders betroffene Orte, in Lagekarten.



Lageplan erstellen

- Aktuelles Lagebild wird dargestellt
- Zustand der Infrastruktur wird bewertet

Wassermasken lokalisieren

- Die Ausdehnung von Wasserflächen wird verdeutlicht

Vorhersage von Starkregenereignissen für eine proaktive und frühzeitige Risikobewältigung



<https://www.oceanos.ai/heavyrain/>
<https://kiwasus.de/hintergrund-und-zielsetzung/>
<https://www.nivus.de/de/services/starkregen-und-sturzflutenfruehalarmierung>
<https://www. Duisburg.de/wohnenleben/wasser/starkregen-vorsorge-und-schutz.php>
<https://www.uni-wuppertal.de/de/news/detail/bergisches-hochwasserschutzsystem-40-nrw-foerdert-modernes-hochwasserwarnsystem-im-bergischen-land-mit-28-millionen-euro/>

Hochwassergefahren erkennen

- Etablierte Warnsysteme werden durch das „Hochwasserschutzsystem 4.0“ mittels „datengetriebene Vorhersage von regionalen Wasserpegeln und Hochwassergefahren“ präzisiert.
- Das System nutzt umfangreiche Datensätze (Wetterprognosen, historische Wasserstände, geografische Merkmale), um präzise Vorhersagen zu generieren.

Starkregen prognostizieren

- Durch die Integration von KI in die Wettervorhersage und Analyse von meteorologischen Daten können Starkregenereignisse früher identifiziert werden.
- Die Verlängerung der Vorwarnzeiten bietet den Behörden und Gemeinden mehr Zeit, Schutzmaßnahmen zu planen und durchzuführen.

Quo vadis Wasserwirtschaft 4.0?

- (1) Der Einsatz von praxisreifer KI wird **Effizienzsteigerungen** realisieren, welche den Fachkräftemangel zumindest teilweise kompensieren können. Gleichwohl müssen **neue Kompetenzen** an der Schnittstelle von Ingenieurwissenschaften und IT aufgebaut werden, was hohe Anfangsinvestitionen mit sich bringt.
- (2) KI wird damit auch die die Wasserwirtschaft **grundlegend transformieren**, insbesondere durch **Prognosen & Automatisierung**. Eine konkrete Quantifizierung des Nutzens für Nachhaltigkeit und Effizienz ist Stand heute jedoch schwierig, da sich viele Themen noch in der Pilotphase befinden.
- (3) Zur Realisierung der Potenziale ist insbesondere das Thema **Datenerzeugung und -nutzung** zentral. Für KI-basierte Echtzeitsteuerungen werden große Mengen an Live-Daten benötigt. Unzureichende Datengrundlagen führen zu schlechten Entscheidungsprozessen und falschen Resultaten.
- (4) Durch Integration in alle Abläufe werden wir zunehmend **abhängig von KI-Technologien**. Störungen oder Ausfälle können schwerwiegende Folgen haben. Mit dem Einsatz von KI gehen auch Risiken hinsichtlich IT-Sicherheit und Datenschutz einher. Es besteht die zunehmende Gefahr, dass kritische Infrastrukturen über Cloud-/Online-Lösungen zum Ziel von Cyberangriffen werden.





Vielen Dank!

Dr. David Hoffmann
Leiter Urbane Innovation

Wirtschaftsbetriebe Duisburg - AöR
Schifferstraße 190
47059 Duisburg

www.wb-duisburg.de
www.wbd-innovativ.de