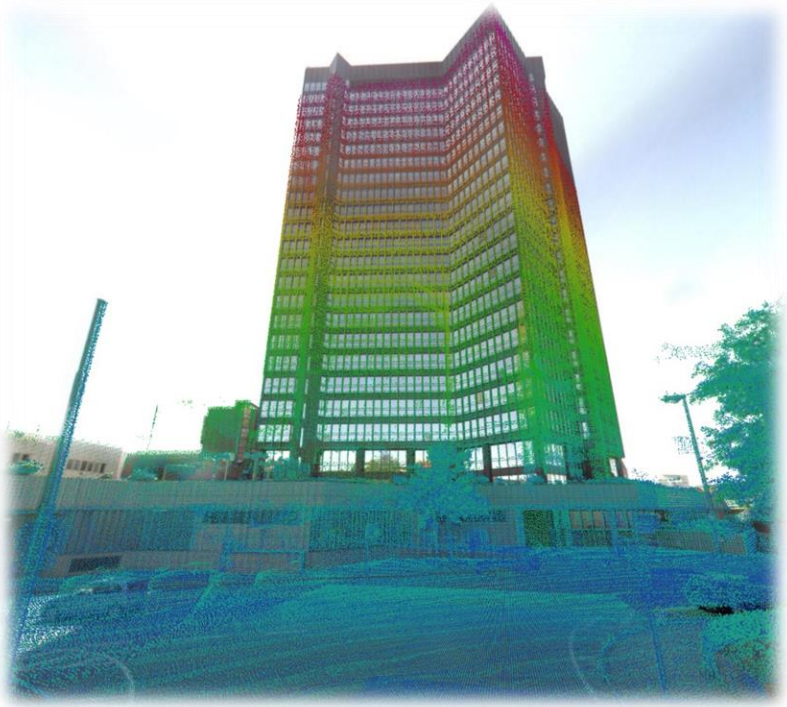
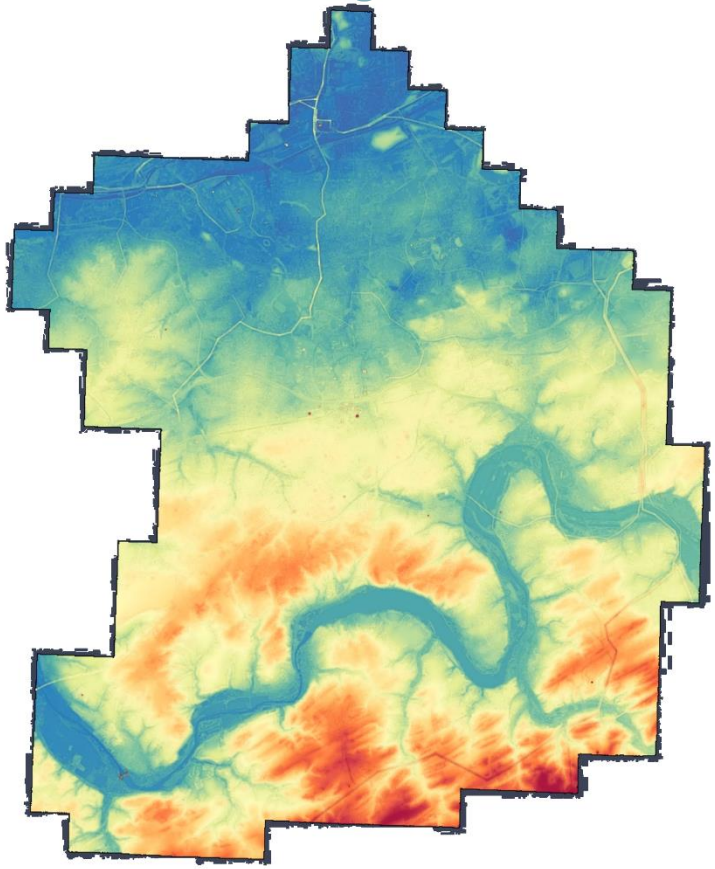
STADT ESSEN

Radarinterferometrie zur Überwachung kommunaler Infrastruktur

Amt für Geoinformation, Vermessung und Kataster

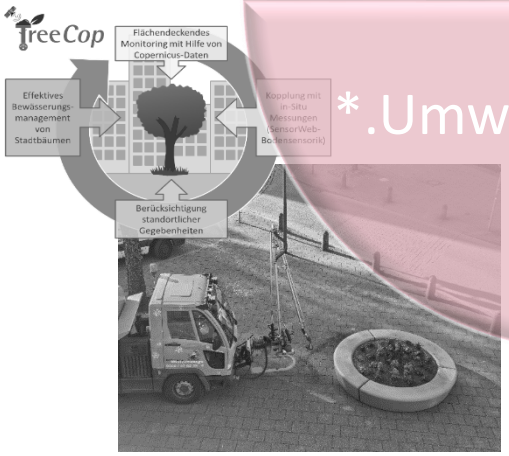




Digitaler_Zwilling.INFRASTRUKTUR

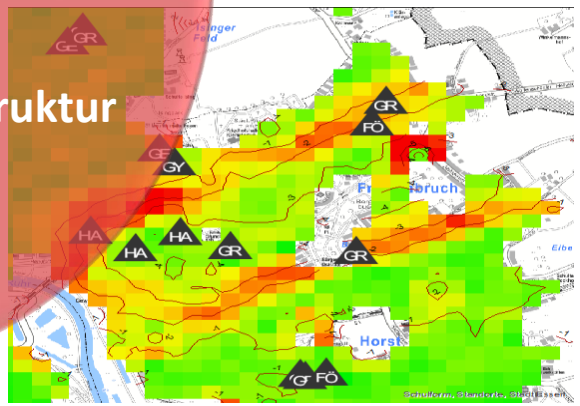
*.Schulen

*.Straße

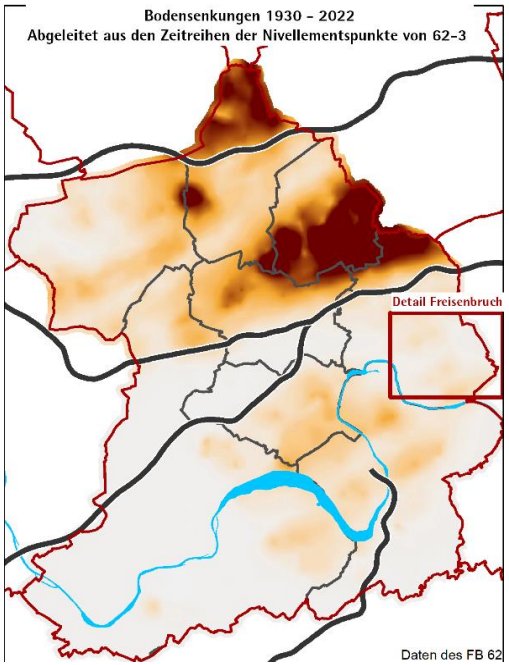


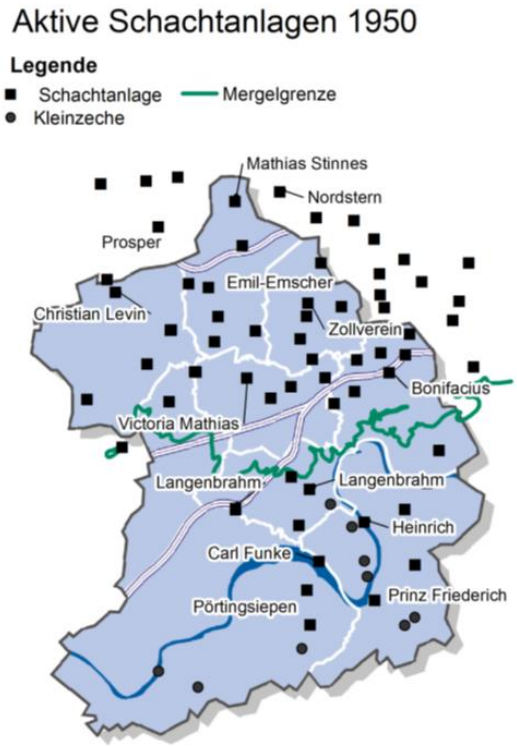
*.Umwelt

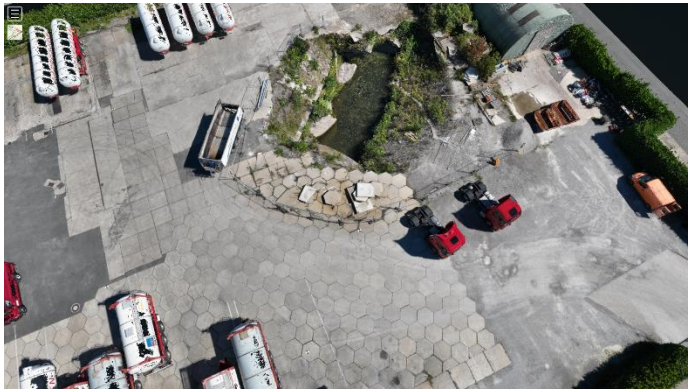
*.Infrastruktur



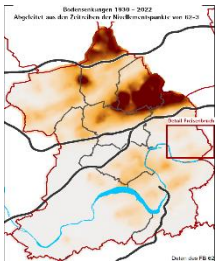
Was bewegt die Stadt?





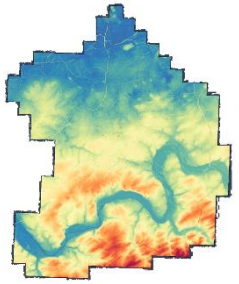


Was bewegt die Stadt?



- Einflussfaktoren Infrastruktur
  - Nachbergbau
    - Tagesbrüche, Grubenwasseranstieg
  - Baumaßnahmen
    - z.B. Renaturierungen, Großbaustellen
  - Klimaereignisse
    - Starkregenereignisse, Bodenveränderungen
  - Sonstiges
    - z.B. Geothermie?
    - Investitionsrückstau öffentlicher Infrastruktur

Wer ist für Bewegungen zuständig?

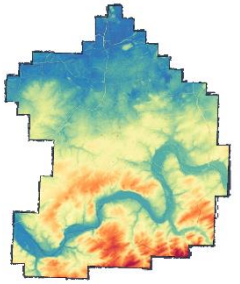


- Verursacherprinzip
- Landesvermessung nach VermKatG
  - Leitnivellement
  - Bodenbewegungskataster
- Besonderheit der Stadt Essen:

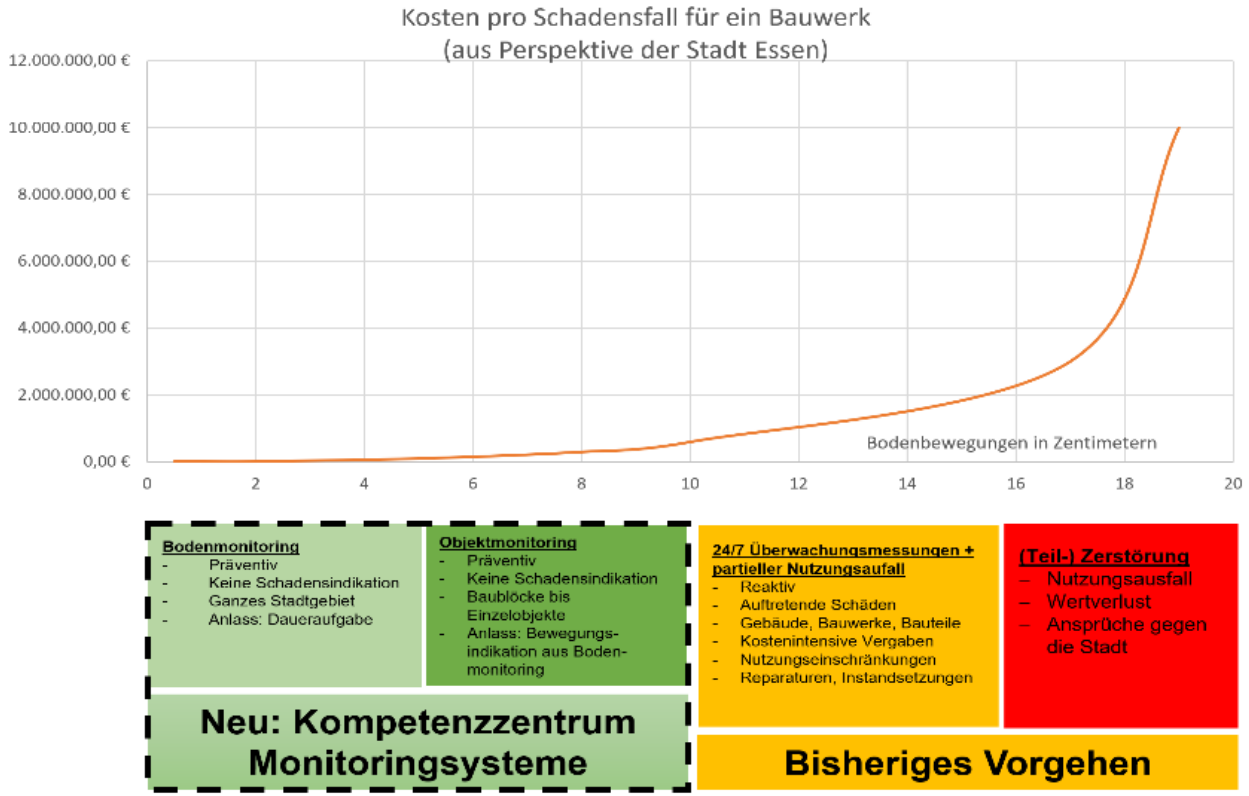
  „der Fachbereich 62 (Vermessung) ist zu beteiligen, wenn eine Schiefstellung von Gebäuden oder Bauwerken zu besorgen ist.“

Quelle: Interne Dienstvorschrift

Warum Infrastruktur-Überwachung?



- Erstindikation meist „menschliche“ Beobachtungen
  - (Risse, „die Schule steht schief“, „es rieselt Putz“, „die Straßenbahn fährt komisch“,…)



Hinweis zur Abbildung: Geschätzte Hypothese zur Korrelation von Bodenbewegungen und Baukosten

Ansatz

- Idee eines redundanten Monitoringansatzes „FIVE“:
  - **F**ernerkundung
  - **I**oT messtechnische Sensoren
  - **V**ermessung (terrestrisch, UAV)
  - **E**rkenntnisse und **E**ntscheidungen

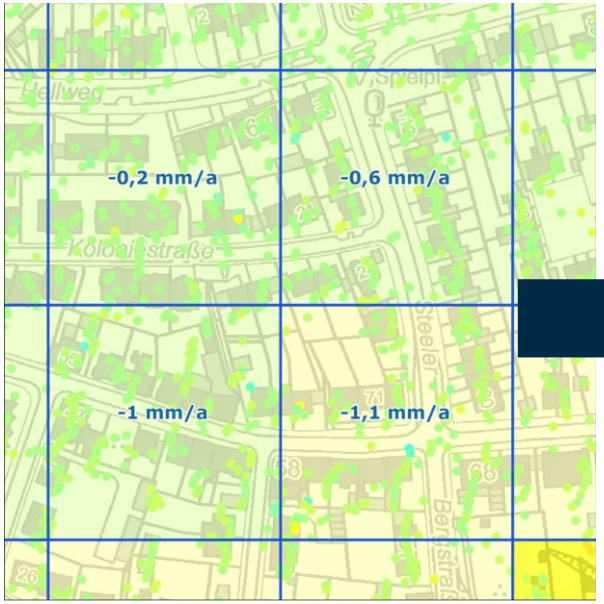
Fernerkundung – Welche Daten?

- Kooperative Datenbeschaffung: RAG ⇔ Stadt Essen
  - Satellit Terra SAR X
    - Public-Private-Partnership DLR und Airbus
  - Überflug alle 11 Tage
  - 31 mm Wellenlänge, Auflösung 3 x 3 m
  - Ableitung relativer Bodenbewegungen durch TRE ALTAMIRA
  - **Eigene statistische Datenauswertung**
- Redundanz durch weitere Dienste
  - Bodenbewegungsdienst Deutschland
  - Bodenbewegungskataster NRW

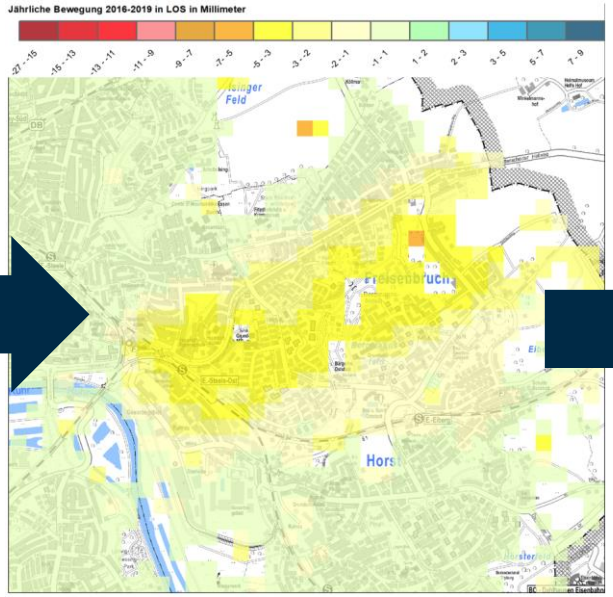
Fernerkundung - Workflow

- Auswertungsworkflow
  - Rohdaten „4D-punktwolkenartig“
  - Kachelung der Daten
  - Überlappung mit weiteren Daten

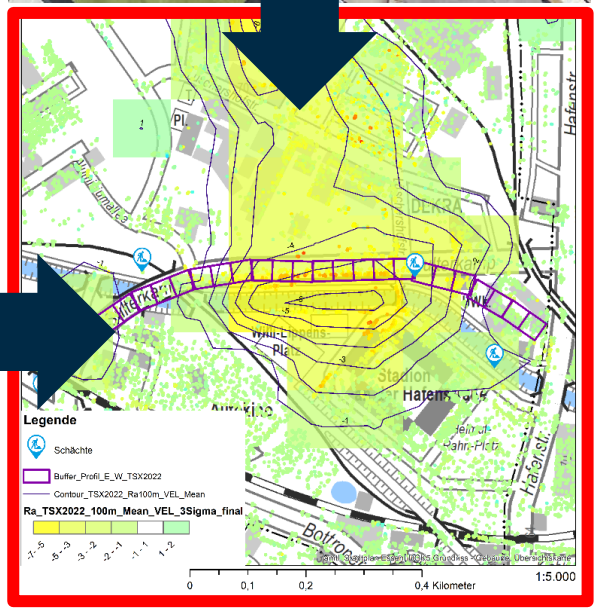
Weiteres „Wissen“ bspw. aus Luftbildern



Exemplarisch: Rohdaten und Kachelung



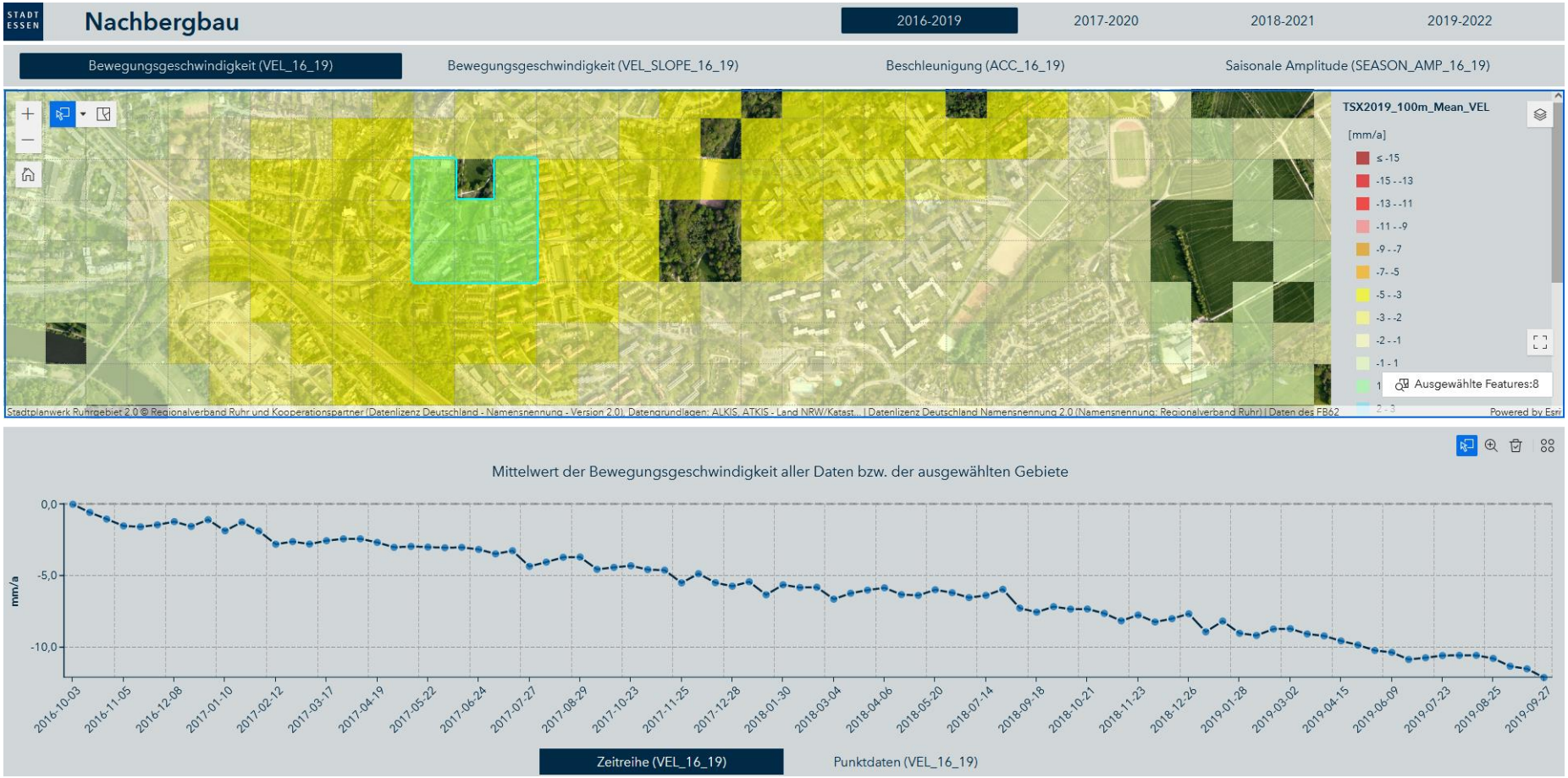
Exemplarisch: Kachelung und Auffälligkeiten



Exemplarisch: Aufbereitetes Lagebild

Fernerkundung - Eigenentwicklung

- Darstellung im Dashboard

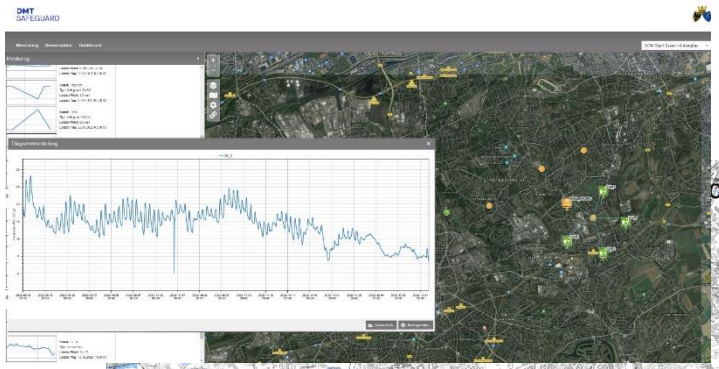


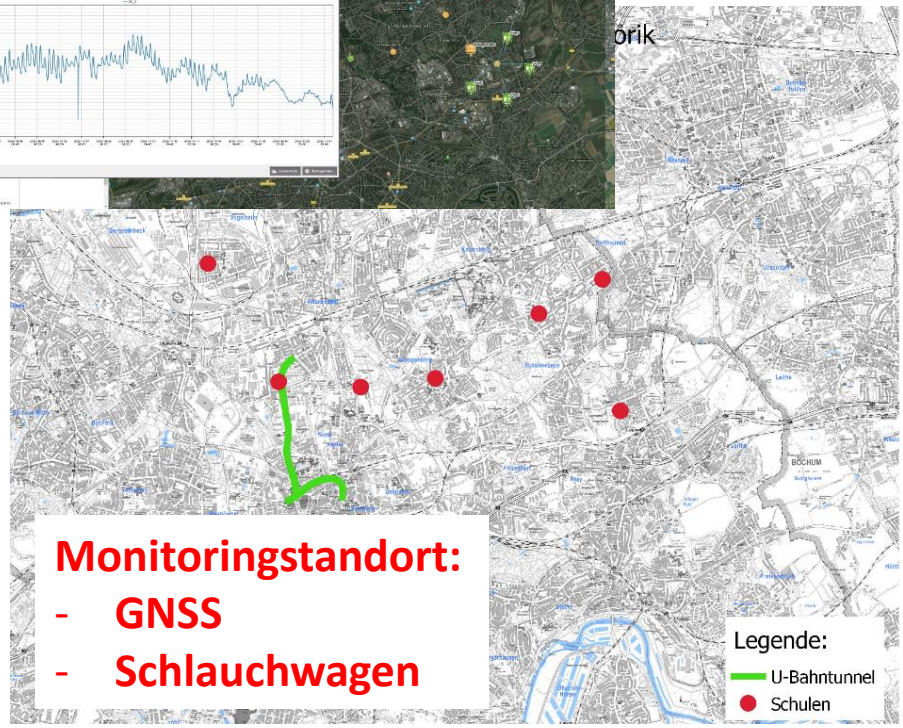
Ansätze

- Idee eines redundanten Monitoringansatzes „FIVE“:
  - **F**ernerkundung
  - **I**oT messtechnische Sensoren
  - **V**ermessung (terrestrisch)
  - **E**rkenntnisse und **E**ntscheidungen

IoT messtechnische Sensoren

- „HighEnd“ Monitoring
  - Safe Guard der DMT
  - 7 Standorte, (2 Tunnel)
  - tlw. Schlauchwagen in Neubau



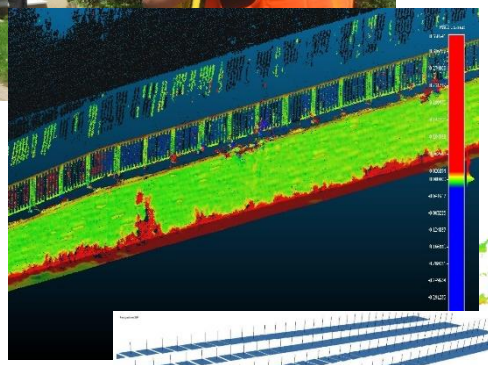


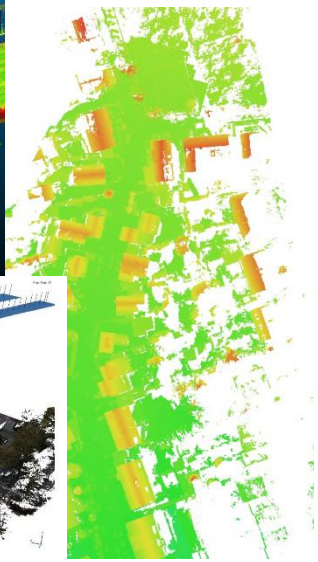
- „LowCost“ - Monitoring
  - Entwicklung seit 2023
  - SMOBI*-Projekt mit der Hochschule Ruhr West
  - Mems-Accelerometer + Pendel
  - Ausbringung Prototyp Ende 2023
  - Kleinstserie 2024

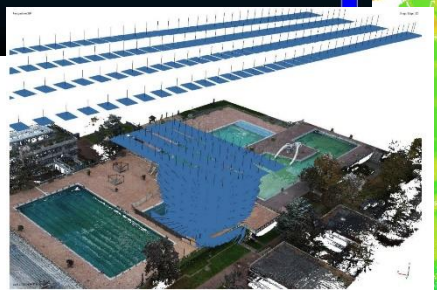
*smart monitoring of building infrastructure

Klassische Vermessung

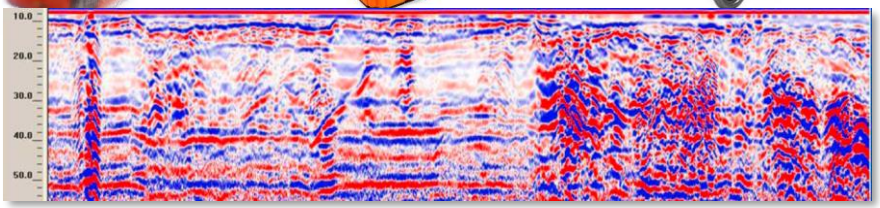
- Klassische Vermessung
  - tachymetrisch
  - nivellitisch
  - photogrammetrisch (UAV u. Kamera)
  - per GNSS







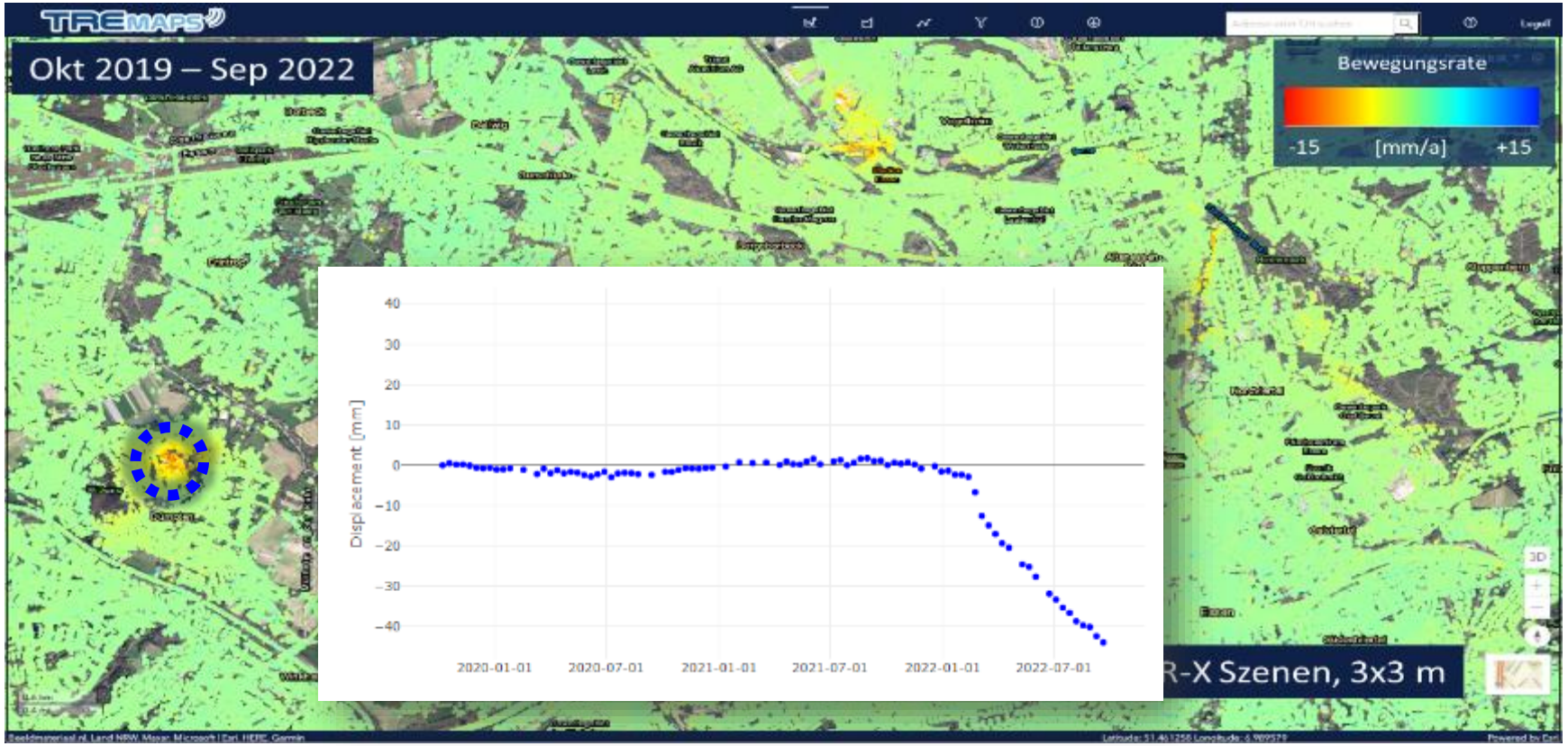
- Ergänzung: Bauteiluntersuchung



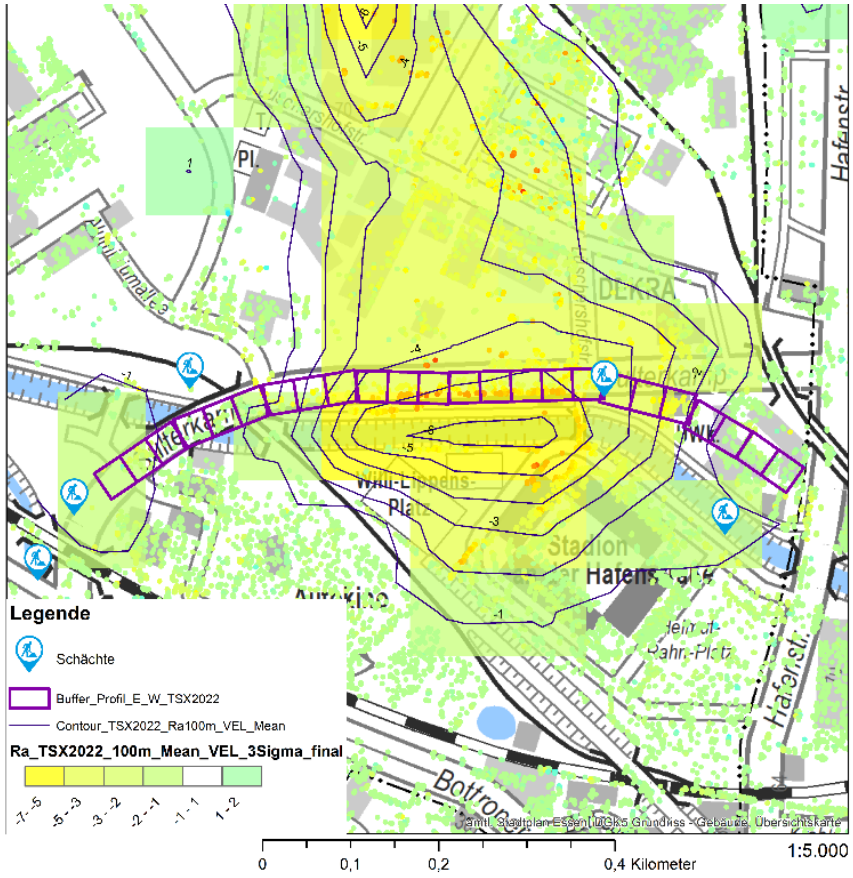
Ansätze

- Idee eines redundanten Monitoringansatzes „FIVE“:
  - **F**ernerkundung
  - **I**oT messtechnische Sensoren
  - **V**ermessung (terrestrisch)
  - **E**rkenntnisse und **E**ntscheidungen

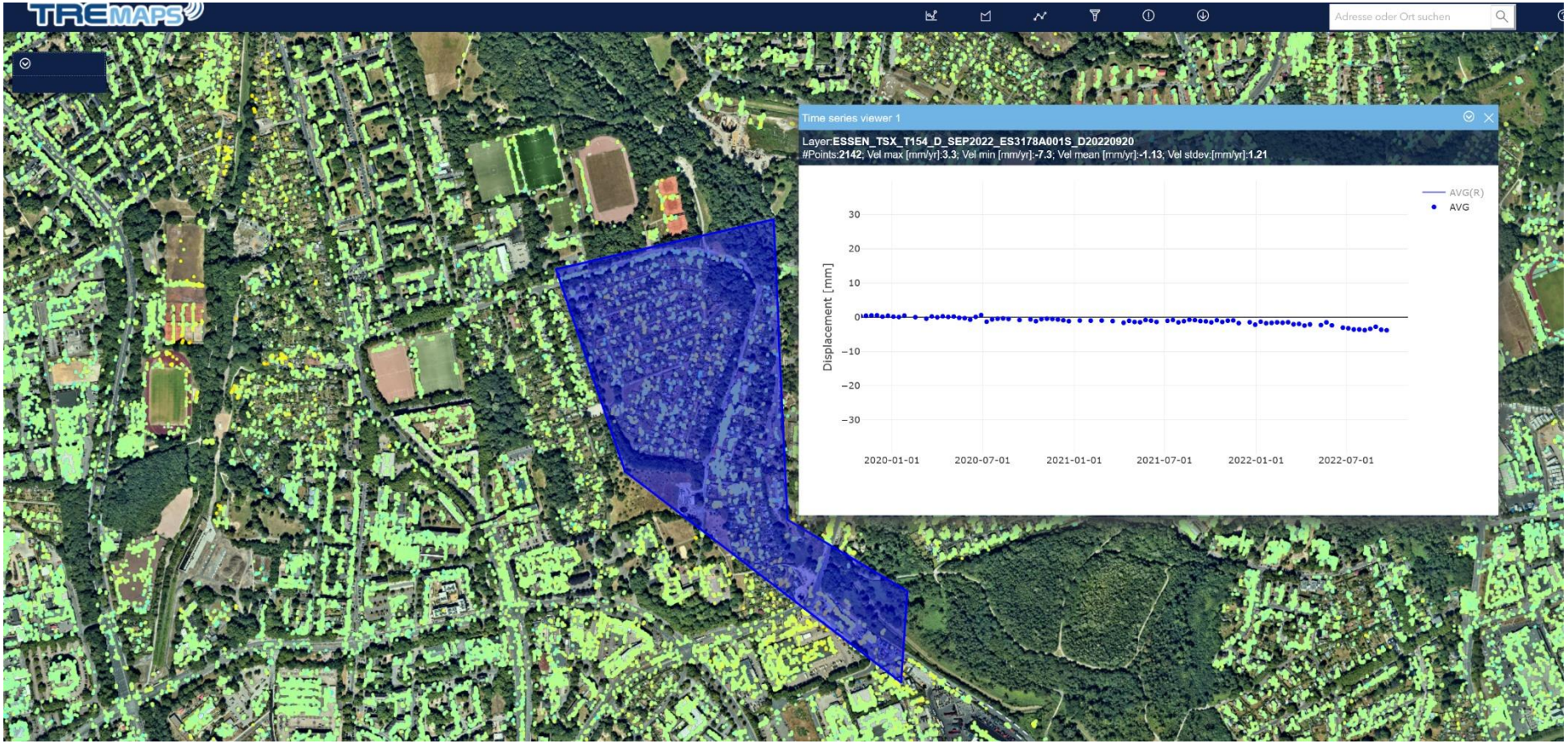
Beispiel 1


TREMAPS
Okt 2019 – Sep 2022
Bewegungsrate
-15 [mm/a] +15
Displacement [mm]
40
30
20
10
0
−10
−20
−30
−40
2020-01-01
2020-07-01
2021-01-01
2021-07-01
2022-01-01
2022-07-01
R-X Szenen, 3x3 m

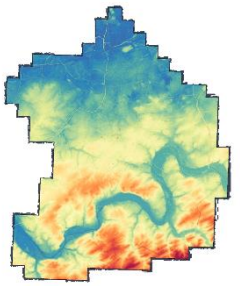
Beispiel 2


Legende
Schächte
Buffer_Profil_E_W_TSX2022
Contour_TSX2022_Ra100m_VEL_Mean
Ra_TSX2022_100m_Mean_VEL_3Sigma_final
-7 - -5
-5 - -3
-3 - -2
-2 - -1
-1 - 1
1 - 2
0
0,1
0,2
0,4 Kilometer
1:5.000

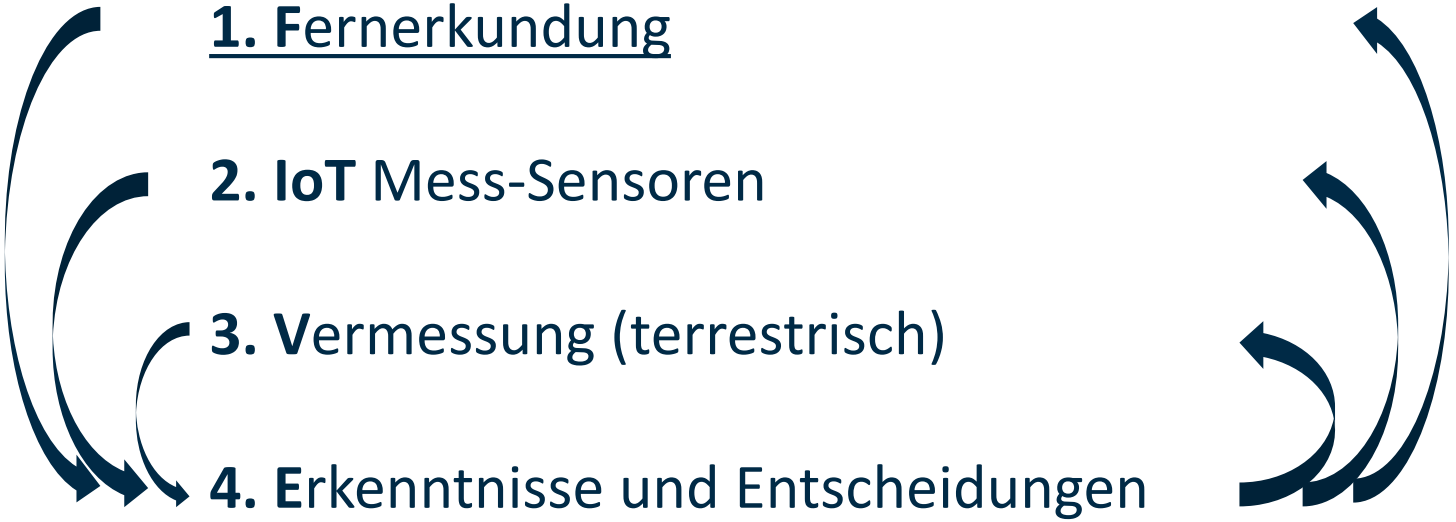
Beispiel 3


TREMAPS
Adresse oder Ort suchen
Time series viewer 1
Layer:ESSEN_TSX_T154_D_SEP2022_ES3178A001S_D20220920
#Points:2142; Vel max [mm/yr]:3.3; Vel min [mm/yr]:-7.3; Vel mean [mm/yr]:-1.13; Vel stdev:[mm/yr]:1.21
AVG(R)
AVG
Displacement [mm]
30
20
10
0
−10
−20
−30
2020-01-01
2020-07-01
2021-01-01
2021-07-01
2022-01-01
2022-07-01

Alarmierungskette Infrastrukturbewegung



- Sachstand: Aufbau und Initialisierung einer Alarmkette



Vielen Dank

„Schade, hätten wir doch früher davon erfahren.“