

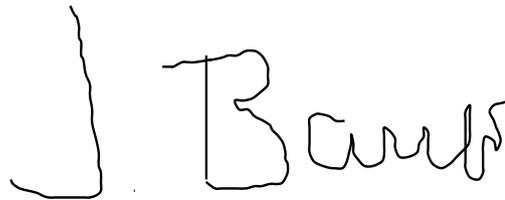


Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg/Elbe

30. August 2022

Bearbeitung

Titel	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg/Elbe
Auftraggeber	Stadt Boizenburg/Elbe
Projektleitung	Julia Bauer
Autor(en)	Pia Ferenci, Julia Bauer
QS	Stefan Markwort
Ausführung	
Projektnummer	1415506
Anzahl der Seiten	18
Datum	30. August 2022
Unterschrift	



TAUW GmbH
Münsters Gäßchen 14
51375 Leverkusen
T +49 21 43 30 10 700
E info.leverkusen@tauw.de

Alle Rechte vorbehalten. Veröffentlichungen und Weitergabe an Dritte sind nur in vollständiger, ungekürzter Form zulässig. Veröffentlichung oder Verbreitung von Auszügen, Zusammenfassungen, Wertungen oder sonstigen Bearbeitungen und Umgestaltungen, insbesondere zu Werbezwecken, nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung der TAUW GmbH.

- Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001 (Z1109-DE)
- Standorte Moers und Regensburg sind akkreditiert nach DIN EN ISO 17025 (D-PL-14439-01-00)
- Standorte Moers und Regensburg sind zugelassene Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG und verfügen über eine BAM-Anerkennung für Bundesliegenschaften
- Standort Moers ist zugelassene Untersuchungsstelle nach § 15 Abs. 4 TrinkwVO
- Zertifizierter Sanierungsfachplaner / -gutachter Gebäudeschadstoffe gem. GVSS e.V.

Wir engagieren uns für Umweltschutz und Nachhaltigkeit, darum drucken wir auf FSC zertifiziertem Papier.

Inhalt

1	Einleitung.....	4
2	Rechenansatz Tygron	4
2.1	Oberflächenströmung.....	5
2.2	Niederschlag	5
2.3	Hydrologische Konstruktionen (Kanalnetz)	6
2.4	Oberflächenverdunstung.....	6
2.5	Oberflächeninfiltration	6
3	Untersuchungsgebiet.....	7
4	Verwendete Ausgangsdaten	7
5	Modellszenarien	9
6	Ergebnisse.....	10
6.1	Validierung und Limitierungen.....	12
7	Ausblick und nächste Schritte	13
7.1	Mögliche Lösungen für stark gefährdete Risikobereiche	15
8	Literatur	17

1 Einleitung

Durch den Klimawandel wird auch in der Region um die Stadt Boizenburg/Elbe mit einer Zunahme der Starkregenereignisse gerechnet. Daher wurde eine Modellierung und Bewertung von Starkregenniederschlägen im Zuge des Klimawandels durchgeführt, um den Ist-Zustand für Maßnahmen der Stadtentwicklung zu erfassen.

Die Beauftragung zur Durchführung dieser Studie erfolgte durch die Stadt Boizenburg/Elbe auf der Grundlage des Angebotes O001-14-1415506JUA-V01 der TAUW GmbH vom 04.10.2021. Auf Grund der IT Situation des Landes Mecklenburg-Vorpommern Ende 2021 verzögerte sich der ursprünglich geplante Zeitplan des Projektes.

Die Ergebnisse des Projekts dienen als Datengrundlage für langfristige Entscheidungen für eine klimaangepasste Stadtentwicklung.

Hierfür werden in diesem Bericht auch Beispiele für konkrete, umsetzbare Ziele definiert und bewertet.

2 Rechenansatz Tygron

Zur Erfassung und Visualisierung von potentiellen Auswirkungen z.B. von Starkregenereignissen wurde auf die von TAUW verwendete Geodesignplattform Tygron Engine zurück gegriffen.

Die Tygron Engine, ist eine 3D-Geodesign-Plattform mit einer Cloud-Computing-Technologie. Mit der Tygron Engine können unter anderem Überschwemmungen sehr schnell, visuell und interaktiv berechnet werden.

Der Tygron Berechnungsansatz für Starkregenereignisse ist eine Implementierung eines 2D-gitterbasierten Flachwassermodells, dass auf den 2D-Saint-Venant-Gleichungen (Formel 2-1) basiert. Das Modul wird durch Infiltration, Verdunstung, Grundwasserfluss und hydraulische Strukturen ergänzt.

Um die Berechnungen durchzuführen, wird der Projektbereich zunächst in ein Zellenraster gegliedert, welches unter anderem vom Digitalen Gelände Modell (DGM) abhängig ist. Da ein DGM1 für Rostock zur Verfügung gestellt wurde, wurde eine Rasterweite von 1 Meter gewählt.

Jeder Zelle wurde eine bestimmte Wassermenge aus Daten des KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienst (DWD) 2010R von Warnemünde mit einem Modellregentyp Euler Typ II und weitere hydrologische Parameter zugeordnet. Die Zellen sind in Gruppen/Kategorien eingeteilt und die Parameter wie Infiltration, Rauigkeitsfaktor etc. entsprechend zugeordnet und abgeleitet. Die Gesamtzeit, die simuliert wurde, wurde in Sekunden-Zeitschritte unterteilt.

Pro Zeitschritt kommuniziert jede Zelle mit ihren benachbarten Zellen, um Wasser auszutauschen, basierend auf dem Wasserstand, der Oberflächenhöhe, der aktuellen Fließrichtung und anderen Faktoren.

Das Wassermodul führt eine Vielzahl von Berechnungen durch, um eine vollständige hydrologische Simulation zu erstellen. Die Berechnungen werden in der folgenden Reihenfolge durchgeführt:

- Oberflächenströmung
- Niederschlag
- Kanalnetz
- Oberflächenverdunstung
- Oberflächeninfiltration

2.1 Oberflächenströmung

Tygron berechnet den Wasserfluss auf der Oberfläche über ein Gitter, bis ein Gleichgewichtszustand in Bezug auf die Fließrichtung erreicht ist. Das Verhalten der Strömung wird durch eine Gleichung beschrieben, die auf Kurganov und Petrova [1] und auf den 2D-Saint-Venant-Gleichungen (Formel 2-1) basiert:

$$\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} &= 0, \\ \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(hu^2 + \frac{1}{2}gh^2 \right) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} &= -gh \frac{\partial B}{\partial x} - ghn^2 u \sqrt{u^2 + v^2} h^{-\frac{4}{3}}, \\ \frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \left(hv^2 + \frac{1}{2}gh^2 \right) &= -gh \frac{\partial B}{\partial y} - ghn^2 v \sqrt{u^2 + v^2} h^{-\frac{4}{3}}, \end{aligned} \quad (2-1)$$

u	Geschwindigkeit in x- Richtung
v	Geschwindigkeit in y- Richtung
h	Wassertiefe
B	Erhebung
g	Erdbeschleunigung ($\approx 9,81 \text{ m/s}^2$)
n	Rauhigkeitskoeffizient nach Manning

Diese Formel weicht von den ursprünglichen Saint-Venant-Gleichungen darin ab, dass es sich dem System in Bezug auf die Wasseroberflächenhöhe ($w = h + B$) und den Fluss (hu und hv) nähert, anstatt nur der Wassertiefe (h). Der Rauheitsbeiwert nach Manning wurde von den zur Verfügung gestellten ALKIS-Daten (tatsächliche Nutzung) abgeleitet und in Gruppen aufgeteilt [2].

2.2 Niederschlag

Für die Tygron Simulation wurde ein Blockregen nach KOSTRA-DWD 2010R verwendet. Der Modellregen wurde einheitlich auf das gesamte Stadtgebiet angewendet.

Das simulierte Regenereignis entspricht einem 100-jährigen Starkregenevent, plus 20% „Klima-Aufschlag“. Aufgrund des fortschreitenden Klimawandels [3], ist mit einer Zunahme der Häufigkeit sowie der Stärke künftiger Regenereignisse zu rechnen. Statistisch tritt alle 100 Jahre ein Ereignis der Stärke 47mm/h auf. Der für die Simulation definierte Modellregen hat demnach eine Stärke von 57 mm (aufgerundet) in 60 Minuten Regendauer. Bis zum Ende des definierten Zeitraums fällt genau die konfigurierte Regenmenge auf jede Gitterzelle.

2.3 Hydrologische Konstruktionen (Kanalnetz)

Da bei einem Starkregenereignis dieser Größenordnung von einer Überlastung des Kanalnetzes ausgegangen werden kann, wurde dieses im Modellansatz nicht betrachtet (siehe Arbeitshilfe Starkregenrisikomanagement NRW [4])

2.4 Oberflächenverdunstung

An der Oberfläche befindliches Wasser kann dem System durch Verdunstung entzogen werden. Die Menge hängt von der Verdunstungsrate der Oberfläche ab, welche je nach Oberflächentyp (Versiegelung, Vegetationstyp etc.) variiert. Die Oberflächentypen wurden auf Grund der zur Verfügung gestellten Daten zugeteilt. Das Wasser in jeder einzelnen Zelle an der Oberfläche wird der berechneten Verdunstungsrate unterzogen. Es wurde von einer potentiellen Evaporation von 1,5 mm/d ausgegangen. Die tatsächliche Evaporation kann von den zugeordneten Bodenkategorien ausgehend abweichen.

2.5 Oberflächeninfiltration

Das Oberflächenwasser kann in die ungesättigte Bodenzone eindringen (Infiltration). Die Infiltrationsgeschwindigkeit wird durch den K-Faktor der Geländeoberfläche und den K-Faktor des Bodens auf Grund der zur Verfügung gestellten Daten definiert. Die bodenkundlichen Kennwerte wurden dem Grondwaterzakboekje [5] entnommen.

Ausschlaggebend ist jeweils der niedrigere der beiden Werte. Somit ist die am wenigsten leitende Schicht entscheidend für die Infiltrationsgeschwindigkeit, selbst wenn die anderen Schichten ein höheres Infiltrationsvermögen besitzen.

Es wird angenommen, dass das Wasser, das in die ungesättigte Schicht eindringt, gleichmäßig über die gesamte ungesättigte Säule innerhalb der Gitterzelle verteilt ist.

Die Oberflächeninfiltration ist für eine Gitterzelle aktiv, wenn das Infiltrationsmodell auf einen Wert größer als 0 festgelegt ist. Die Daten wurden aus den Bodenklassen entnommen.

3 Untersuchungsgebiet

Die Stadt Boizenburg liegt im südlichen Mecklenburg-Vorpommern an der Elbe, etwa 25 km südöstlich von Hamburg.

Das ursprünglich festgelegte Untersuchungsgebiet enthält Bereiche, für die aufgrund der Zuständigkeiten des Landes Niedersachsen am anderen Ufer der Elbe die notwendigen Daten (DGM1) nicht zur Verfügung gestellt werden konnten. Aufgrund dessen wurde das Modellgebiet in Abstimmung mit dem AG eingegrenzt, indem das Regenwassereinzugsgebiet für alle relevanten Gebiete (alle bebauten Gebiete, ausschl. umliegende landwirtschaftliche Flächen) berechnet wurde. Das Modell betrachtet somit das gesamte relevante Regenwassereinzugsgebiet, welches die Überflutungssituation in Boizenburg bei einem Starkregenereignis beeinflusst, plus einem zusätzlichen Pufferbereich.

4 Verwendete Ausgangsdaten

Für die Berechnungen wurden folgende Datenquellen hinsichtlich der Geländedaten, des Niederschlags und der Standortdaten herangezogen:

Tabelle 4-1: Datenquellen

Parameter	Quelle	Nutzung im Modell
ALKIS – tatsächliche Nutzung	Stadt Boizenburg	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltrationsgeschwindigkeit (vertikal) (= k-Wert), - Manning Rauigkeitskoeffizienten - Evaporation
(Ergänzend) Landnutzung ¹⁾	OpenStreetMap	s. ALKIS (tatsächliche Nutzung)
Gebäude ²⁾	OpenStreetMap	Barrieren für Oberflächenabfluss
Datenblätter Wasserbauwerke (Wehre, Schöpfwerk) ³⁾	Stadt Boizenburg	<ul style="list-style-type: none"> - Festlegung von anfänglichen Wasserständen der Gewässerabschnitte (2 Szenarien) - Charakterisierung der Wasserbauwerke - Festlegung Pumprate (Schöpfwerk) Festlegung Ein-/Ausschaltpeil (Schöpfwerk)
Niederschlag P	Deutscher Wetterdienst, KOSTRA Atlas 2010m	Definition des Regenszenarios: <ul style="list-style-type: none"> - Regenmenge - Regendauer
Digitales Geländemodell 1 m	Stadt Boizenburg	Basis für die Berechnung der gravitativen Wasserbewegung im Modellraum
Bodenklassen ⁴⁾	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	<ul style="list-style-type: none"> - Infiltrationsgeschwindigkeit (vertikal) (= k-Wert), - Hydraulische Konduktivität (horizontal), - prozentuale Speicherkapazität

1) Für die Landnutzung wurden die Informationen aus dem ALKIS-Datensatz zur „tatsächlichen Nutzung“ herangezogen. Verschiedene Attributwerte im ALKIS-Datensatz (z.B. „gemischte

Nutzung“, „besondere funktionale Prägung“) lassen keine Rückschlüsse auf die Infiltrationsfähigkeit der Oberfläche zu. Eine Analyse der in OpenStreetMap für diese Flächen hinterlegten Informationen ergab, dass die öffentlich verfügbaren Daten an vielen dieser Stellen differenzierter ausfallen. Aufgrund dessen wurden die ALKIS-Daten im Bereich der betreffenden Flächen mit OpenStreetMap-Daten kombiniert, um eine möglichst differenzierte Beschreibung der Landnutzungsarten zu erhalten.

2) Für die Modellierung standen drei unterschiedliche Gebäude-Datensätze zu Verfügung:

- Gebäudefußabdruck aus den ALKIS-Daten
- Gebäudedaten aus OpenStreetMap
- Level of Detail 1 (LoD1) Daten

Die Gebäude haben nur einen marginalen Einfluss auf das Modellergebnis. Sie wirken lokal als Barrieren, die vom Wasser umflossen werden.

Ein Abgleich der verschiedenen Datensätze ergab nur geringe Unterschiede in Lage, Form und Orientierung von Gebäuden, weshalb die OpenStreetMap-Daten, welche von vornherein im Modell vorhanden waren, beibehalten werden konnten.

3) Aus den Datenblättern zu den Wasserbauwerken wurden folgende Informationen entnommen und im Modell implementiert:

Wehre:

- Lage der Anlage
- Lichte Breite [m]
- Min./Max. Stauziel

Schöpfwerk:

- Lage
- Förderleistung
- Max. Einschaltpeil

4) Die Bodendaten beruhen auf der frei zugänglichen Bodenübersichtskarte BÜK200 und zugehörigen Sachdaten, welche als ebenfalls frei zugängliche Access-Datenbank verfügbar sind. Eine Verknüpfung der Sachdaten mit den Geodaten, sowie eine anschließende Zuordnung der im Untersuchungsgebiet vorliegenden Bodenarten zu den in Tygron implementierten Klassen ermöglicht die Berücksichtigung der Bodenarten hinsichtlich ihrer Infiltrationsfähigkeit (k-Wert), hydraulischen Konduktivität und prozentualen Speicherkapazität.

Es ist zu beachten, dass die Zuverlässigkeit von Modellergebnissen immer stark von der Qualität der Eingangsdaten, sowie von getroffenen Annahmen abhängt und in jedem Fall nur eine Annäherung an die tatsächlichen Gegebenheiten liefern kann.

5 Modellszenarien

Im Rahmen des Projekts wurden zwei verschiedene Szenarien modelliert:

- Ausgangslage mit hohen Wasserständen
- Ausgangslage mit niedrigen Wasserständen

Folgende Parameter/Daten sind in beiden Szenarien identisch:

- Geländeoberfläche: basierend auf DGM1
- Landnutzung: basierend auf Kombination aus ALKIS-Daten und OSM-Daten
- Gebäude: basierend auf OSM-Daten
- Niederschlag: 100 jähriges Starkregenereignis plus 20%
Klimawandel-Aufschlag (entspr. 57 mm/60 Min.) mit 60 Minuten
Nachlaufzeit (ohne Niederschlag)

1. Szenario: Ausgangslage mit hohen Wasserständen

Annahme:

Dem Starkregenereignis geht eine Periode voraus, die durch normale bis leicht erhöhte Niederschläge gekennzeichnet ist. Die Wasserstände der kleineren Flussläufe im Modellgebiet werden daher als maximal (entspr. der jeweiligen Stauziele der Wehranlagen) angenommen. Für den initialen Elbwasserstand wurde ein extremer Hochwasserstand angenommen, um ein realistisches, jedoch extremes Ereignis zu modellieren.

- Initialer Elbwasserstand: 9,8 m ü. NHN
- initiale Wasserstände restl. Modellgebiet: entspr. max. Stauziel der jeweils abstromig gelegenen Wehranlage
- normale Korngrößenabhängige Infiltrationsgeschwindigkeiten der oberen Bodenschichten

2. Szenario: Ausgangslage mit niedrigen Wasserständen

Annahme:

Dem Starkregenereignis geht eine Periode hoher Trockenheit voraus, weshalb die Wasserstände der kleineren Flussläufe im Modellgebiet niedrig sind und die Infiltrationsgeschwindigkeit bestimmter Bodenarten aufgrund der anfänglichen trockenheitsbedingten Wasserabstoßung verringert ist.

Da der Wasserstand der Elbe nicht direkt mit den Niederschlagsverhältnissen in Boizenburg korreliert und die Szenarien darauf abzielen, realistische, jedoch extreme Ereignisse zu modellieren, wird trotz der Annahme von Trockenheit ein initialer Hochwasserstand der Elbe vorgegeben.

- Initialer Elbwasserstand: 7,2 m ü. NHN
- initiale Wasserstände restl. Modellgebiet: entspr. min. Stauziel der jeweils abstromig gelegenen Wehranlage

- verminderte Infiltration in feinsandigen/mittelsandigen Oberböden mit geringem Tonanteil, implementiert als verringerte Infiltrationsgeschwindigkeit in den entsprechenden Modellbereichen (geringer Anteil an der Gesamtfläche).

6 Ergebnisse

Das Modellierungsgebiet umfasst mit 9,75 x 11,25 km eine Fläche von etwa 109,69 km². Auf der Fläche entspricht ein 100-jähriges Regenereignis mit einer Regendauer von 60 min einem Niederschlagsvolumen von 2.690.947 m³ (Szenario 1) und 2.692.674 m³ (Szenario 2). Dieses verteilt sich nach der Simulation wie folgt:

Tabelle 6-1 Verteilung Wassermengen in relevanten Prozessen

Regenwasseranteil [m ³]	Szenario 1 – Mittlere Wasserstände	Szenario 2 - Trockenszenario
Landoberfläche	1.916.527	1.818.977
Gewässern	902.349	554.285
Hydraulischen Bauwerken	41	42
Verdunstet	5.441	6.074
Versickert	902.300	772.970
GESAMT	3.726.658	3.102.349

Beide Szenarien haben einen Simulationsfehler von < 1%. Dies bedeutet, dass alles eingehende Regenwasser und in den wasserführenden Grabensystemen in der modelltechnischen Berechnung im Berechnungsmodell verwendet wird und kein Wasser aus dem Modellgebiet durch Rechenfehler verschwindet. Für die Simulation wurde eine hohe Genauigkeit dadurch erreicht, dass der Projektbereich und die Simulationszeit in sehr kleine Zellen und Schritte aufgeteilt wurde.

Des Weiteren wurde bei Tygron das Digitale Gelände Model im Stadtgebiet Boizenburg auf Grund der Szenarien Definition nicht mit dem Kanalnetz angepasst, wie in Kapitel 2.3 erläutert. Die überfluteten Bereiche bei der Simulation mit Tygron spiegeln damit stärker die Morphologie der Oberfläche wieder.

Bei Starkregenereignissen fließt das Niederschlagswasser entlang der natürlichen oder künstlich geschaffenen Rinnensysteme und der natürlichen Gewässerachsen bis es in Geländesenken zu Überflutungen kommt, oder Gewässer über Ufer treten. Hier kann das stehende Wasser versickern und breitet sich weiter entlang der Geländemorphologie aus.

Für die Stadt Boizenburg wurde ein Trockenszenario gebucht, wofür eine verminderte Infiltrationsgeschwindigkeit gewählt wurde. Nach längeren Trockenperioden ist die Versickerung von Regenwasser im Boden vermindert, wodurch die natürliche Wasserauffangkapazität geringer ist.

In Tygron wurden die Ergebnisse hinsichtlich:

- der **Überflutungstiefe**
(der jeweilige Wasserstand, der sich in einer gegebenen Zelle während des Simulationszeitraumes eingestellt hat. Die Einheit ist Meter; Überflutungshöhe mit Bezug auf Höhenpunkt in m ü. NN)
- der **maximalen Fließgeschwindigkeit**
(die jeweils maximale Fließgeschwindigkeit, die sich in einer gegebenen Zelle während des Simulationszeitraumes eingestellt hat. Die Einheit ist Meter pro Sekunde)
- und der **Fließrichtung**
(die Fließrichtung, die sich in einer gegebenen Zelle zum Zeitpunkt der maximalen Fließgeschwindigkeit eingestellt hat)

ausgewertet (siehe Anlagen 1).

Die wichtigsten Erkenntnisse in den verschiedenen Bereichen der Stadt sind in Tabelle 6-2 gegenüber gestellt.

Tabelle 6-2: Vergleich Überschwemmungsbereiche Stadt Boizenburg

Bereiche	Szenario 1	Szenario 2 - trocken
Innenstadt	Überschwemmung Fußballplatz und bis 25 cm auf Festplatzwiese Ableitung des Regenwassers durch Grabenstrukturen	Überschwemmung auf Fußballplatz und Festplatzwiese Ableitung des Regenwassers durch Grabenstrukturen
Schwartow Straße	Überschwemmungsbereich von nördlichen Feldern bis zur Ecke Dr. Alexanderstraße	Überschwemmungsbereich von nördlichen Feldern mit Wassertiefen >50 cm bis zur Ecke Dr. Alexanderstraße
Westliches Ende Dr. Alexander-Str	Leichte (bis 5 cm Wassertiefe) Überschwemmungsbereich im Wohngebiet	Leichte (bis 5 cm Wassertiefe) Überschwemmungsbereich im Wohngebiet
Fritz-Reuter Straße	Bis > 50 cm im Wohngebiet	Bis > 50 cm im Wohngebiet
Gewerbstandort Boize-Center und Umliegend (Anlage 1c & d)	Bis 25 cm auf Parkplätzen und < 50 cm in Entwässerungsstrukturen	Bis 25 cm auf Parkplätzen und < 50 cm in Entwässerungsstrukturen
Landwirtschaftliche Nutzfläche Galliner Straße	Stehendes Wasser bis >50 cm mit Fließrichtung Süden →Erosion und Sedimenttransport möglich	Stehendes Wasser bis >50 cm mit Fließrichtung Süden →Erosion und Sedimenttransport möglich

Aus beiden Szenarien ist ersichtlich, dass die stark versiegelten Gebiete im Industriegebiet und südlichen Bahnhofsbereich einen gefährdeten Bereich darstellen und Regenwasser keinen Weg zum Abfließen findet.

Außerdem wird der Festplatz entlang des Grabens in beiden Szenarien geflutet und kann effizient als Ausgleichsfläche für Hochwasser genutzt werden.

Der größte Unterschied zwischen einem Starkregen in einem normal feuchten und einem trockenen Untergrund zeigt sich in den Überschwemmungstiefen auf unversiegelten Fläche (siehe Landwirtschaftliche Fläche Galliner Straße). Hier kann auf Grund der Trockenheit das aufgestaute

Wasser nicht versickern und die Tiefe des stehenden Wassers in diesen Bereichen ist größer als bei einem normal gesättigten Boden.

Die Karten wurden während des Vor Ort Termin im Entwurf bereits mit den Ansprechpartnern und relevanten Abteilungen der Stadt besprochen und sollten dort weiter ausgewertet werden.

6.1 Validierung und Limitierungen

Für eine Starkregenmodellierung eines außergewöhnlichen und extremen Regenereignisses wird das Kanalnetz nicht mit (vgl. Kap. 2.3) einbezogen, da dessen Kapazität bei der angenommenen Regenstärke als bereits erschöpft angenommen wird [8].

Darum wurden die Modellergebnisse im Rahmen eines Vor Ort Termins mit Feuerwehr, Stadtentwässerung, Bürgermeister, Stadtverwaltung, Bauamt etc. am 13.06.2022 besprochen. Hierbei wurden folgende Bereiche angesprochen und sollten bei der Auswertung des Modells beachtet werden.

- Im Bereich der Siedlung nördlich des Fährwegs und Hafenplatz besteht eine separate Regenentwässerung, die in den Färbergraben mündet. Es kann vermutet werden, dass dies eine Entlastung im Falle eines Regenereignisses schafft. Die Kapazität und Funktionalität sollte hierfür in Stand gehalten werden.
- Durch die Feuerwehr wurde eine Überlastung des Kanalnetzes im Falle von Regen im Bereich Grüner Weg/Schwartower Straße angemerkt. Hier tritt laut Beobachtungen der Feuerwehr Wasser aus Gullis im Falle von stärkerem Regen. Im Modell befindet sich der gefährdete Bereich oberhalb auf der Schwartower Straße außerhalb des bebauten Gebiets sowie entlang der Dr. Alexander Straße. Die Beobachtungen zusammen mit der Modellierung könnten während einer möglichen Prüfung der Kanalfunktionalität und Kapazität validiert werden und unter Umständen den Eintritt großer Niederschlagsmengen aus dem Modell in das Kanalnetz überprüfen. Hier kann es zu Verschlammungen/Blockaden kommen und folglich zu einer eingeschränkten Funktionalität.

Abbildung 6.1 zeigt den möglichen Fließweg des Niederschlags durch das Kanalnetz und die daraus resultierende Überlastung am beobachteten neuralgischen Punkt.

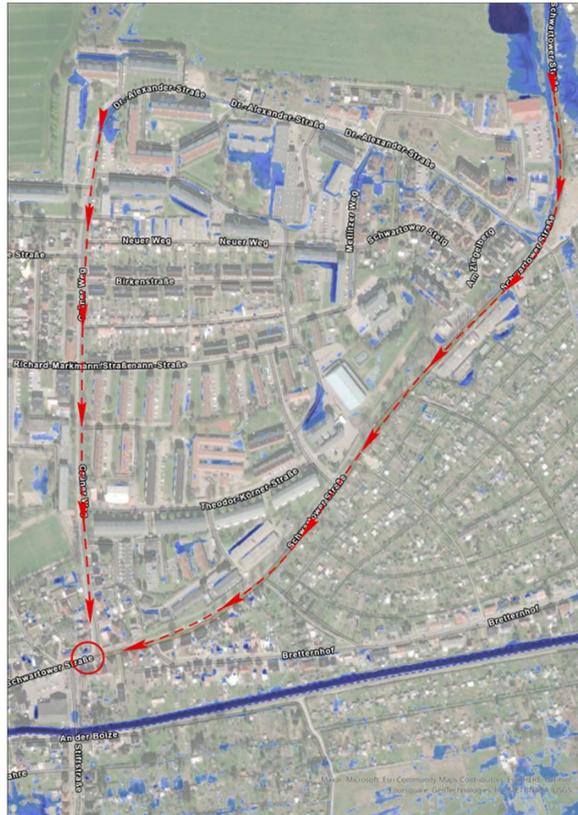


Abbildung 6-1 Neuralgischer Punkt Schwartower Straße

7 Ausblick und nächste Schritte

Die vorliegende Starkregenfahrenkarte kann als Hinweiskarte genutzt werden, um gefährdete Modellgebiete in Zusammenarbeit mit den relevanten städtischen Ansprechpartnern und Anwohner genauer zu bewerten und ggfs. Präventionsmaßnahmen einzuleiten. Hierfür können folgende Methoden genutzt werden:

- Festlegung des Überflutungsrisikos durch methodisch-inhaltliche Verknüpfung von Gefährdung und Vulnerabilität (Illgen/Assmann, 2015 [6]).



Abbildung 7-1 Methodisch-inhaltliche Verknüpfung von Gefährdung und Vulnerabilität (Illgen&Assmann, 2015)

- Hieraus kann eine Risikokarte resultieren mit farblich markierten Orten mit niedrigem Risiko (grün), mittlerem Risiko (gelb) und hohem Risiko (rot).
 - Z.B. Risiko bei Überschwemmung eines Krankenhauses gegenüber Risiko eines Fußballplatzes?

		Schadenspotenzial					
		gering	mäßig	hoch	sehr hoch		
Überflutungsgefahr	gering	gering	gering	mäßig	mäßig	Überflutungsrisiko	
	mäßig	gering	mäßig	mäßig	hoch		
	hoch	mäßig	mäßig	hoch	sehr hoch		
	sehr hoch	mäßig	hoch	sehr hoch	sehr hoch		

Abbildung 7-2: Einordnung des Überflutungsrisikos (Schmitt, 2022 [7])

- Für einen effizienteren Dialog und die Einbeziehung vieler Parteien können verschiedene Kooperationstools genutzt werden wie z.B. ein Beispiel aus den Niederlanden (Abb.3) zeigt. Hier bekommen die verschiedenen Teilnehmer eine Anzahl rote, gelbe und grüne Punkte um das Risiko für ein Extremwetterereignis festzulegen. Fragestellung: Ab welcher Überschwemmungstiefe sind die Folgen einer bestimmten Regenintensität (z.B. 100 jähriger Regen) akzeptabel. Z.B. Soll bei einem regelmäßigen Regen (etwa 20 mm/Std.) die Straßen für Fahrzeuge passierbar bleiben?

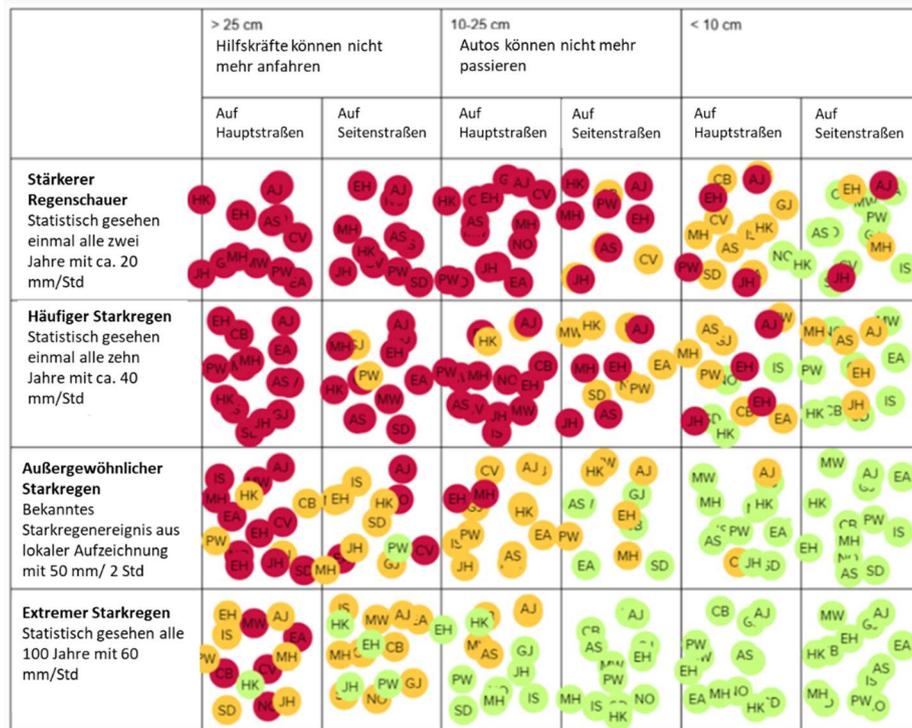


Abbildung 7-3 Beispiel Risikobewertung Starkregenauswirkungen

- Mit der entwickelten Risikokarte und Toleranzbereichen können diese als Grundlage für B-Planung in der Stadtentwicklung einfließen
- Die Ergebnisse können auch ins städtische GIS System übernommen werden

7.1 Mögliche Lösungen für stark gefährdete Risikobereiche

Nach der Festlegung der Hochrisikobereiche stehen diverse Lösungen zur Verfügung. In Boizenburg wurde die Starkregenmodellierung mit Hinblick auf den Klimawandel durchgeführt und langanhaltende Trockenheit in die Berechnung mit aufgenommen. Die Einbeziehung Hitze- und Starkregenfolgen in mögliche Maßnahmen ist daher sinnvoll, um ein effizientes Wassermanagement für alle Klimawandelfolgen zu betrachten und eine gute Lebensqualität für die Bewohner zu gewährleisten.

Es gibt hierbei folgende Methoden (siehe auch [7]):

- Mehrfachnutzung: z.B. von Grünflächen, öffentlicher Räumen und im Straßenraum
 - Sportstätten können als Überschwemmungsbereiche multifunktional genutzt werden
 - Entsiegelte Flächen und gesonderte Ableitrinnen in der Straßenplanung schaffen extra Platz
 - Tiefergelegte Wiesen (wie der Fußballplatz in Boizenburg) bieten ebenfalls Extraraum für Wasser

- Trennsystemmöglichkeiten: In Boizenburg ist ein Trennsystem bis auf wenige Bereiche im Stadtteil Bahnhof vollständig wie in der Abwasserkonzeption Boizenburg 2018 erläutert ist. Hier sind Systeme historisch gewachsen bzw. es war lange ursprünglich genügend Fläche für die Versickerung auf dem eigenen Grundstück vorhanden. Diese Systeme sollten erhalten und regelmäßig gewartet und gepflegt werden
- Zisterneneinbau in Neubau und Sanierungsprojekten: Speicherung von Regenüberschuss für Dürreperioden für z.B. die Bewässerung von öffentlichem Raum
- Grünflächenanalyse: Wo kann mehr entsiegelte und begrünte Flächen geschaffen werden (für bessere Versickerung bei Starkregen aber auch natürliche Kühleffekte bei Hitze). Dies kann auch mit zusätzlicher Begrünung durch Bäume erweitert werden, um Schattenplätze für Bürger zu generieren. Dies ist besonders für die Lebensqualität und Gesundheit während Hitzeperioden von Vorteil.
- Generell ist die Sammlung und ggfs. Digitalisierung der relevanten Daten hilfreich, um ihm Krisenfall schnellen Zugriff zu den relevanten Daten zu erhalten.

8 Literatur

- [1] Kurganov, A. & Pertova, G. (2007): A second order well balanced positivity preserving central-upwind scheme for the Saint-Venant System.- Commun. Math. Sci., Vol. 5, No. 1, pp. 133–16, International Press.
- [2] Federal Highway Administration (U.S. Department of Transportation) 1984: Guide for selecting Manning's roughness coefficients for natural channels and flood plains, U.S. Department of Transportation, FHWA-TS-84-204, Turner-Fairbank Highway Research Center <http://wikiengineer.com/Water-Resources/ManningRoughnessCoefficients>
- [3] IPCC (2021): Climate Change 2021 – The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, August 2021
- [4] MULNV (2018): Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement – Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, November 2018
- [5] Bot, Bram (2016): Grondwaterzakboekje Gwz2016, Rotterdam: Bot Raadgevend Ingenieur, ISBN 9081786911
- [6] Illgen M., Assmann A. (2014): Kommunales Risikomanagement Sturzfluten von der Risikokartierung zum Risikomanagement. BWK/DWA Seminar: Starkregen und Überflutungsvorsorge, 11. Februar 2014, Karlsruhe
- [7] Schmitt (2022): Starkregen und urbane Sturzfluten – Agenda 2030, Universität Kaiserslautern, Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhandel e.V (BDB), Fortschreibung der Studie Starkregen – Urbane Sturzfluten 4.0 (2018)

Anlage 1

1a Szenario 1: hohe Wasserstände – Maßstab 1:17.000

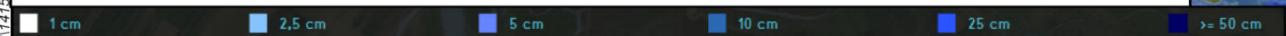
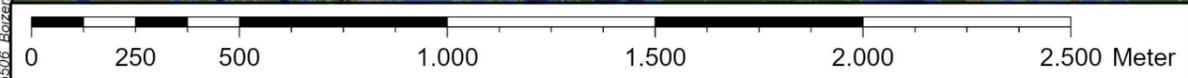
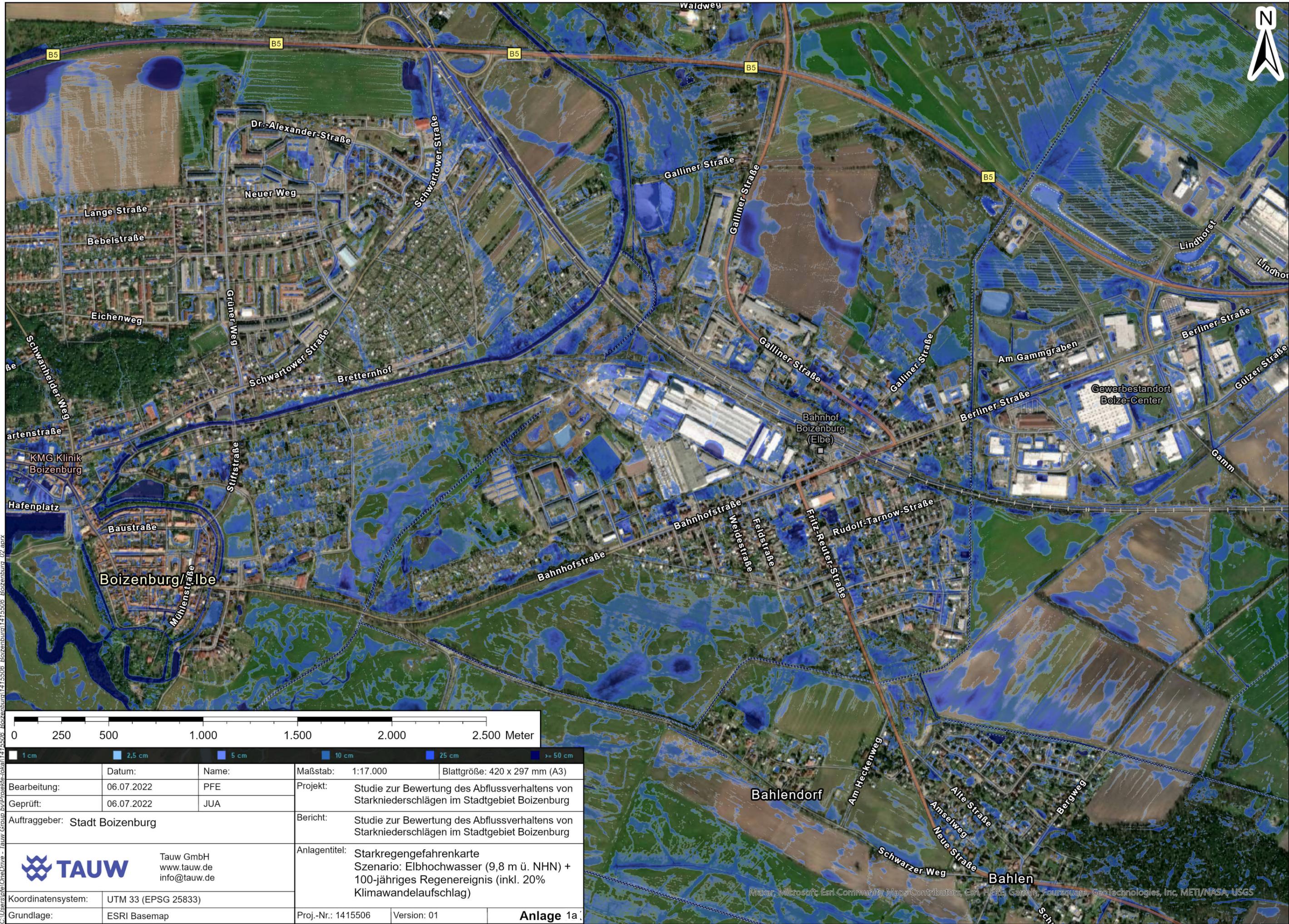
1b Szenario 1: hohe Wasserstände – Maßstab 1:30.000

1c Szenario 1: hohe Wasserstände – Maßstab 1:10.000, Fokus Industriegebiet

1d Szenario 2: Trockenszenario – Maßstab 1:17.000

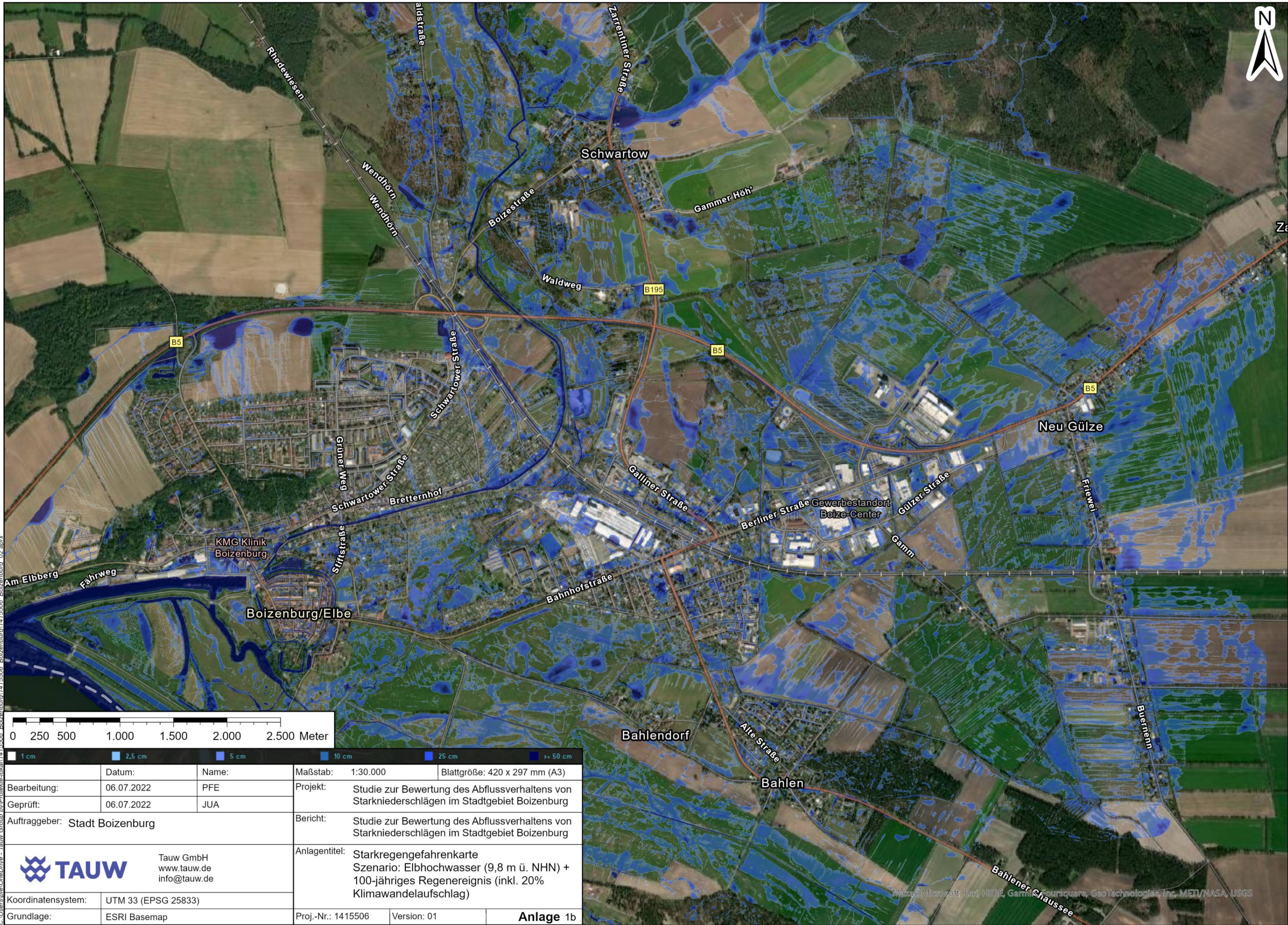
1e Szenario 2: Trockenszenario – Maßstab 1:30.000

1f Szenario 2: Trockenszenario – Maßstab 1:10.000, Fokus Industriegebiet

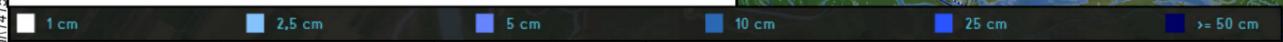
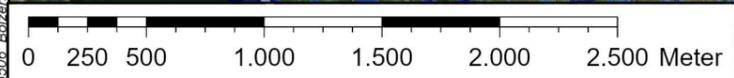


	Datum:	Name:	Maßstab:	Blattgröße:
Bearbeitung:	06.07.2022	PFE	1:17.000	420 x 297 mm (A3)
Geprüft:	06.07.2022	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg
Auftraggeber:	Stadt Boizenburg		Bericht:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg
	 TAUW GmbH www.tauw.de info@tauw.de		Anlagentitel:	Starkregengefahrenkarte Szenario: Elbhochwasser (9,8 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenereignis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)
Koordinatensystem:	UTM 33 (EPSG 25833)		Proj.-Nr.:	1415506
Grundlage:	ESRI Basemap		Version:	01
			Anlage 1a	

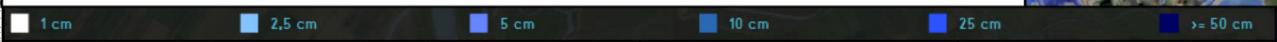
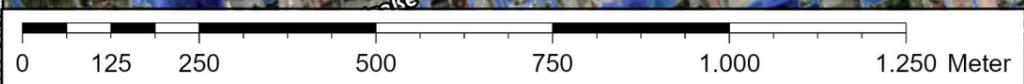
Maxar, Microsoft, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS



C:\Users\jfe\OneDrive - Tauw Group\My Projects\lokal\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg_02.aprx

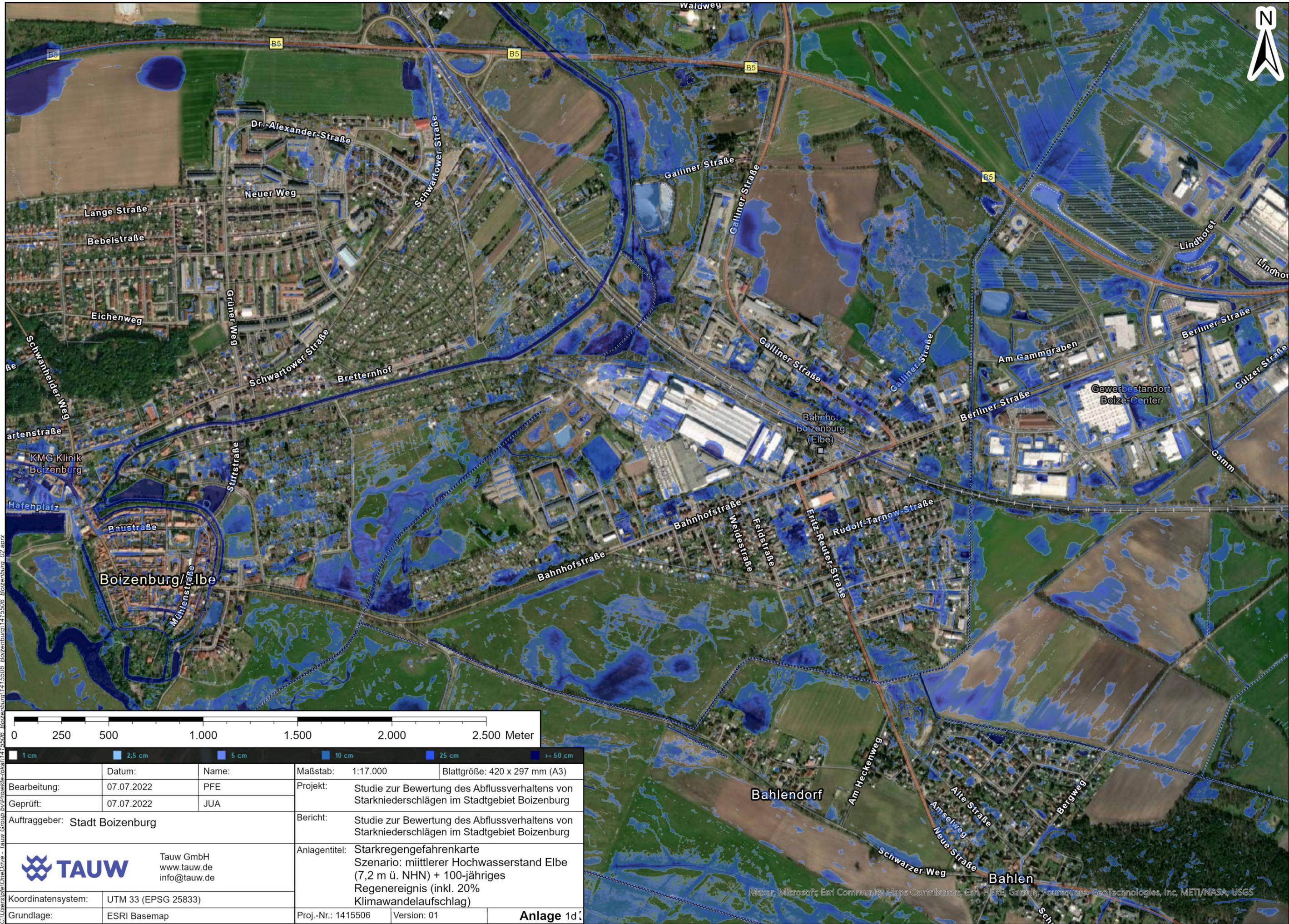


	Datum:	Name:	Maßstab:	1:30.000	Blattgröße:	420 x 297 mm (A3)
Bearbeitung:	06.07.2022	PFE	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Geprüft:	06.07.2022	JUA	Report:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Auftraggeber: Stadt Boizenburg			Anlagentitel:	Starkregengefahrenkarte Szenario: Elbhochwasser (9,8 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenereignis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)		
Koordinatensystem:		UTM 33 (EPSG 25833)				
Grundlage:		ESRI Basemap		Proj.-Nr.:	1415506	Version: 01
				Anlage 1b		

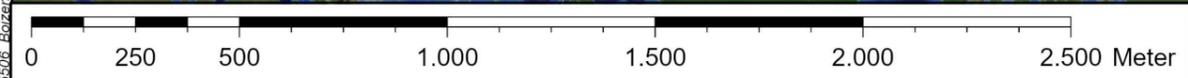


Datum:	06.07.2022	Name:	PFE	Maßstab:	1:10.000	Blattgröße:	420 x 297 mm (A3)
Bearbeitung:	06.07.2022	Geprüft:	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Auftraggeber:	Stadt Boizenburg			Bericht:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Anlagentitel:	Starkregengefahrenkarte Szenario: Elbhochwasser (9,8 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenereignis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)						
Koordinatensystem:	UTM 33 (EPSG 25833)						
Grundlage:	ESRI Basemap		Proj.-Nr.:	1415506	Version:	01	Anlage 1c

C:\Users\pfe\OneDrive - Tauw Group\My Projects\lokal\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg_02.aprx

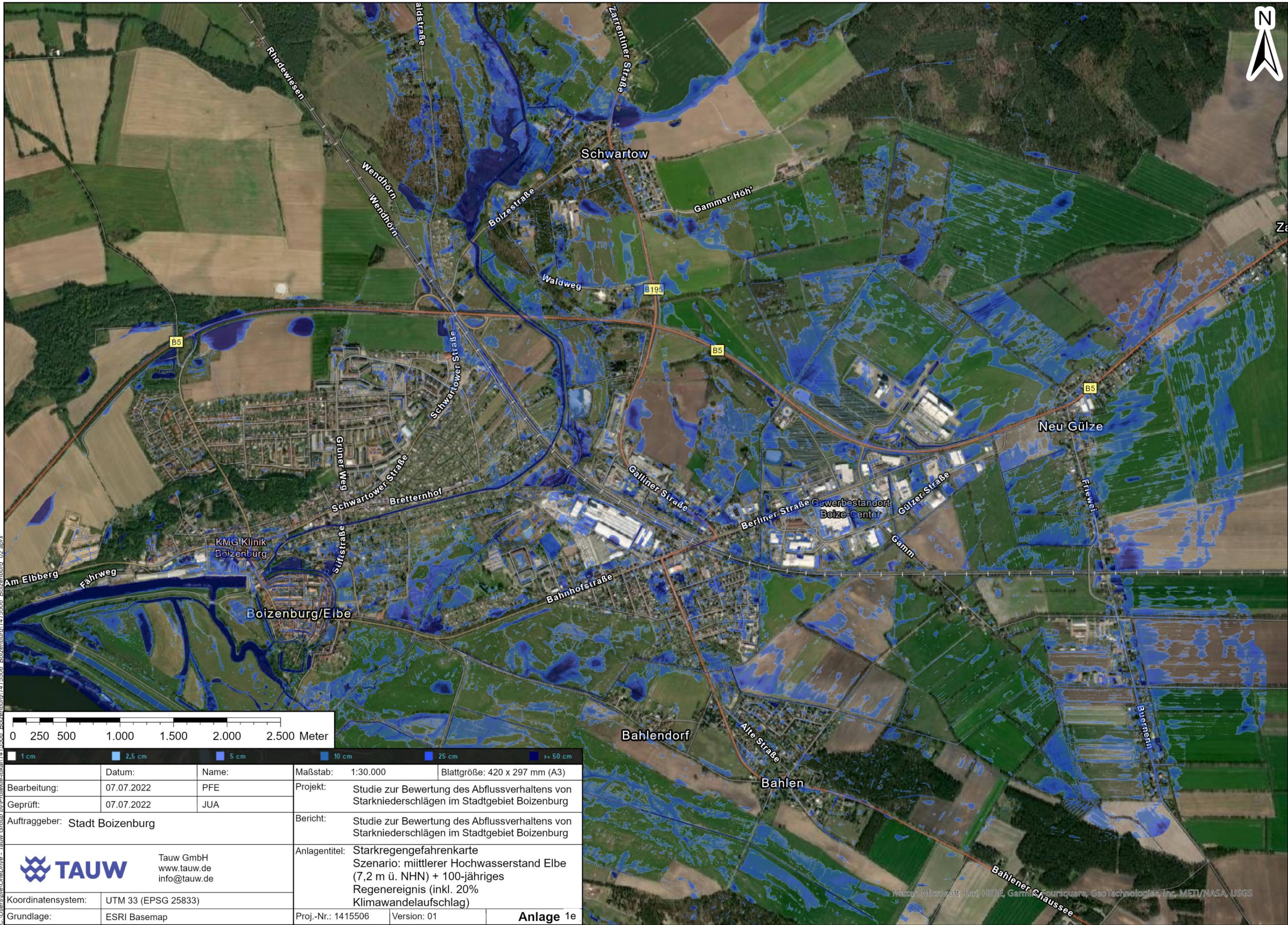


C:\Users\jpf\OneDrive - Tauw Group\Projekte\lokal\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg_02.aprx

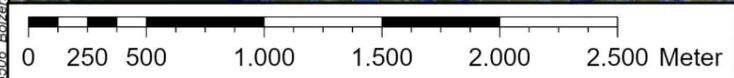


	Datum:	Name:	Maßstab:	Blattgröße:
	07.07.2022	PFE	1:17.000	420 x 297 mm (A3)
Bearbeitung:	07.07.2022	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg
Geprüft:	07.07.2022	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg
Auftraggeber: Stadt Boizenburg			Report:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg
 Tauw GmbH www.tauw.de info@tauw.de		Anlagentitel: Starkregengefahrenkarte Szenario: mittlerer Hochwasserstand Elbe (7,2 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenergebnis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)		
Koordinatensystem:	UTM 33 (EPSG 25833)			
Grundlage:	ESRI Basemap		Proj.-Nr.:	1415506
	Version:	01		Anlage 1 d

Maxar, Microsoft, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS



C:\Users\jpf\OneDrive - Tauw Group\My Projects\lokal\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg_02.aprx

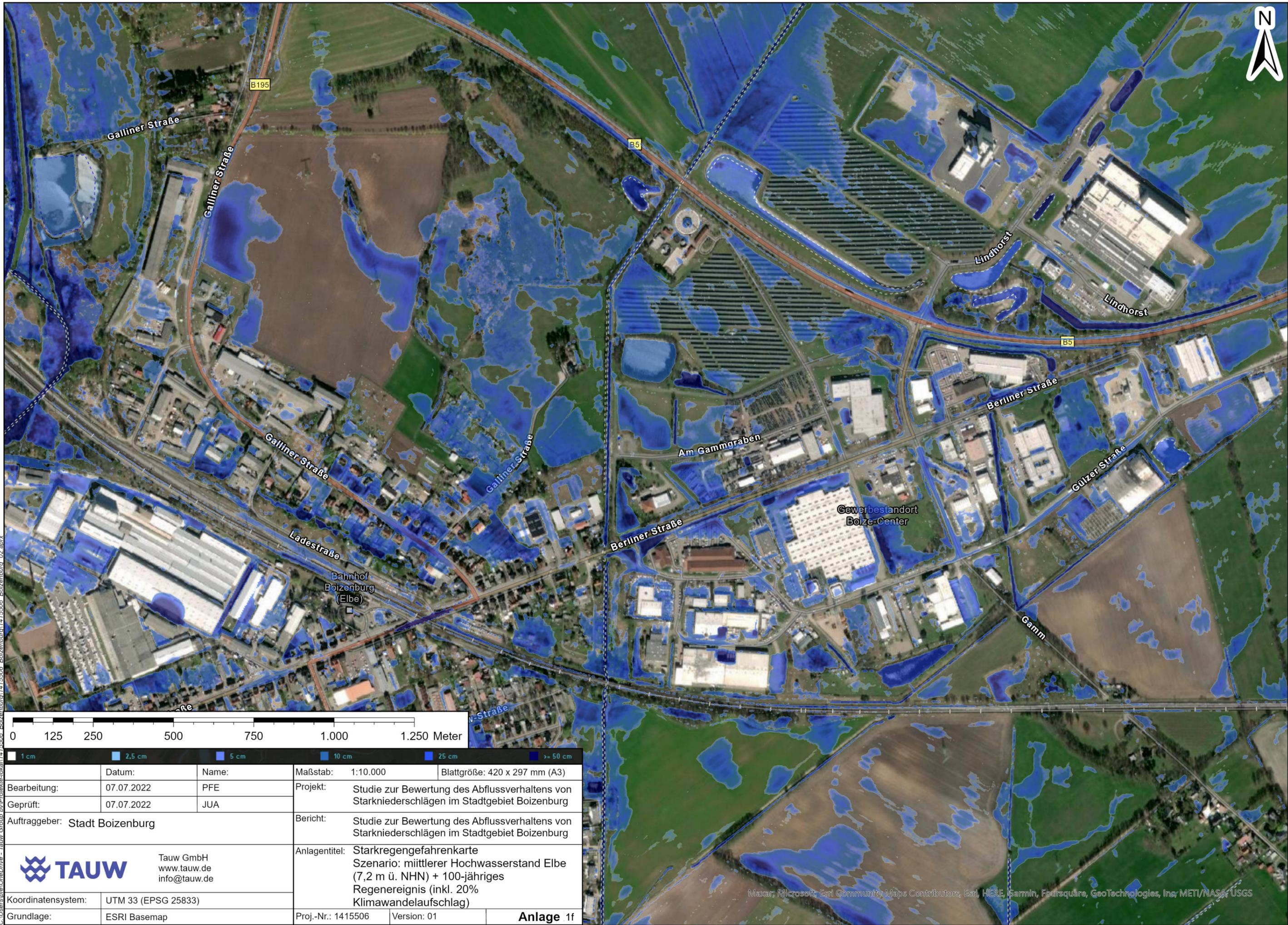


1 cm	2,5 cm	5 cm	10 cm	25 cm	> 50 cm
------	--------	------	-------	-------	---------

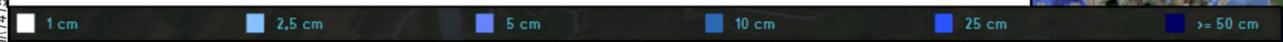
Datum:	07.07.2022	Name:	PFE	Maßstab:	1:30.000	Blattgröße:	420 x 297 mm (A3)
Bearbeitung:	07.07.2022	Geprüft:	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Auftraggeber:	Stadt Boizenburg			Bericht:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Anlagentitel:	Starkregengefahrenkarte Szenario: mittlerer Hochwasserstand Elbe (7,2 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenerereignis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)						
Koordinatensystem:	UTM 33 (EPSG 25833)						
Grundlage:	ESRI Basemap		Proj.-Nr.:	1415506	Version:	01	Anlage 1e



Tauw GmbH
www.tauw.de
info@tauw.de



C:\Users\jpe\OneDrive - Tauw Group\Projekte\lokal\1415506_Boizenburg\1415506_Boizenburg_02.aprx



Datum:	07.07.2022	Name:	PFE	Maßstab:	1:10.000	Blattgröße:	420 x 297 mm (A3)
Bearbeitung:	07.07.2022	Geprüft:	JUA	Projekt:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Auftraggeber:	Stadt Boizenburg			Bericht:	Studie zur Bewertung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet Boizenburg		
Anlagentitel:	Starkregengefahrenkarte Szenario: mittlerer Hochwasserstand Elbe (7,2 m ü. NHN) + 100-jähriges Regenerignis (inkl. 20% Klimawandelaufschlag)						
Koordinatensystem:	UTM 33 (EPSG 25833)						
Grundlage:	ESRI Basemap		Proj.-Nr.:	1415506	Version:	01	Anlage 1f

Maxar, Microsoft, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS