



Starkregen und Sturzfluten –

Anwendung des GERICS-Stadtbaukasten in Bleckede

REPORT 34



Titelbild: © GERICS

Zitierhinweis: Groth, M., Bender, S. & Wübbelmann, T. (2020): Starkregen und Sturzfluten – Anwendung des GERICS-Stadtbaukasten in Bleckede – Report 34, Climate Service Center Germany, Hamburg.

Erscheinungsdatum: Januar 2020

Dieser Report ist auch online unter www.climate-service-center.de erhältlich.

Starkregen und Sturzfluten – Anwendung des GERICS-Stadtbaukasten in Bleckede

Autoren: Markus Groth, Steffen Bender und Thea Wübbelmann

Januar 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Ablauf der Zusammenarbeit in Bleckede	4
3. Klimainformationen für die Metropolregion Hamburg	6
4. Die Stadt Bleckede	9
4.1. Geographische Lage sowie geologische und hydrogeologische Verhältnisse .	9
4.2. Hochwasser	12
4.2.1. Flusshochwasser	12
4.2.2. Urbane Überflutung nach Starkregen	13
4.2.3. Grundhochwasser.....	14
5. Modellierung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen	16
5.1 Grundlagen.....	16
5.2 Modellgebiet und Rohdaten.....	18
5.3 Simulationsergebnisse	19
6. Bürgerbefragung zu Überschwemmungen	25
7. Fazit und Handlungsempfehlungen	32
8. Literatur	35
9. Anhang	39

Dank

Vielen Dank an Irene Fischer-Bruns und Nina Schäfer für den internen Review, der substantiell zur Verbesserung des Reports beigetragen hat.

1. Einleitung

Die Folgen des Klimawandels werden auch in Deutschland immer klarer spürbar (Brasseur et al. 2017). Für die zur Metropolregion Hamburg gehörende Stadt Bleckede, gelegen in der Elbtalau, ist zukünftig sowohl mit einem Anstieg der durchschnittlichen Lufttemperatur als auch mit einer jahreszeitlichen Veränderung des Niederschlags zu rechnen (Jacob et al. 2018a; Jacob et al. 2018b; Meinke et al. 2017). Dabei können vor allem länger anhaltende Regenfälle, die auf einen zunehmend durchnässten Boden treffen, Überschwemmungen begünstigen. Aber auch relativ kurze und heftige Starkregenereignisse können – beispielsweise in Folge einer zunehmenden Flächenversiegelung, bewachsener Entwässerungsrinnen oder verstopfter Straßenabläufe und –durchlässe – das Überschwemmungsrisiko erhöhen.

Nachdem die Stadt Bleckede als Reaktion auf die Elbehochwasser 2002, 2006, 2011 und 2013 in der Zeit von 2007 bis 2014 bereits neue Deiche als Anpassungsmaßnahme an Flusshochwasser gebaut hat, wurde der Umgang mit Starkregenereignissen und die Anpassung daran eine immer wichtigere Herausforderung. So gab es im Jahr 2016 zwei und ein Jahr darauf drei Starkregenereignisse mit einer überlasteten Kanalisation sowie überfluteten Straßen und vollgelaufenen Kellern. Dabei kristallisierten sich in der Innenstadt Brennpunkte heraus, in denen das Wasser nicht mehr ablaufen konnte. Zudem wurde im Stadtteil Alt Garge beobachtet, dass auf landwirtschaftlich genutzten Flächen die Ackerkrume abgegangen war, was unter anderem zu einer Versandung der Regenwasserkanalisation führte, so dass die Abwasserrohre umfassend und kostenintensiv gespült werden mussten.

Um den sich daraus ergebenden Informations- und Anpassungsbedarf durch die Anwendung und Erprobung eines prototypischen Vorgehens zu adressieren, arbeitete das Climate Service Center Germany (GERICS) mit der Stadt Bleckede von August 2015 bis November 2017 eng zusammen. Dabei wurde im Rahmen des GERICS-Stadtbaukasten (Bender et al. 2017) durch Anwendung der Modulgruppe „Wasser in der Stadt“ unter anderem das Abflussverhalten von Starkniederschlägen im Stadtzentrum von Bleckede untersucht. Ein Ziel war dabei, mögliche zukünftige Auswirkungen von Starkniederschlägen durch die Modellierung oberirdischer Abflusswege des Regenwassers zu simulieren. Zudem wurde eine schriftliche Befragung eines Teils der Bevölkerung sowie eine Auswertung von Einsatzdaten der Feuerwehr in Bleckede durchgeführt.

Der daraus entstandene und hiermit vorliegende Report dokumentiert die sich aus den praktischen Herausforderungen ergebenden Untersuchungen und ist wie folgt aufgebaut. Nach einer kurzen Einordnung des Ablaufs zur Anwendung des GERICS-Stadtbaukasten in Kapitel 2 wird in Kapitel 3 der Stand des Wissens zu Klimainformationen für die Metropolregion Hamburg skizziert. Das

Untersuchungsgebiet wird in Kapitel 4 beschrieben. Das Kapitel 5 umfasst die Modellierung des Abflussverhaltens von Starkregenereignissen und somit den Schwerpunkt der durchgeführten Arbeiten. Das Vorgehen zur Bürgerbefragung zu Überschwemmungen im Stadtgebiet von Bleckede und deren zentrale Ergebnisse werden in Kapitel 6 betrachtet. Der Report schließt mit einem zusammenfassenden Fazit sowie der Ableitung von Handlungsempfehlungen in Kapitel 7.

2. Ablauf der Zusammenarbeit in Bleckede

Den Ausgangspunkt der Zusammenarbeit mit der Stadt Bleckede bildete die Vorstellung des GERICS-Stadtbaukasten im Rahmen eines Vortrags zum Thema „Klimawandel – Stand des Wissens und mögliche klimatische Veränderungen in der Elbtalaue“ im Mai 2015 im Rahmen der Nachhaltigkeitsmesse "Du und Deine Region" in Bleckede. Im Zuge eines daraufhin im August 2015 durchgeführten Vorgesprächs zum GERICS-Stadtbaukasten zwischen dem Bürgermeister der Stadt Bleckede, dem Vorsitzenden des Umweltausschusses sowie Vertretern von GERICS ergaben sich grundsätzlich zwei Bereiche für eine Anwendung.

Zum einen wurde das Modul „Thermisches Wohlbefinden und Wohnumfeld“ diskutiert, um in der historischen Innenstadt durch eine Stadtklimamodellierung mögliche Temperaturveränderung sowie mögliche Effekte von Anpassungsmaßnahmen veranschaulichen zu können. Hierzu wurde die Übertragung dieses bereits für die Stadt Kiel durchgeführten Vorgehens erörtert (Bender et al. 2017). Die zunächst angedachte Vorgehensweise eines Vergleichs der Methodik von Kiel mit einer Anwendung in Bleckede war jedoch in dieser Form nicht realisierbar.

Als zweiter thematischer Schwerpunkt wurde eine Anwendung des Moduls „Wasser in der Stadt“ diskutiert. Dies wurde als machbar und wichtig erachtet und ist Gegenstand dieses Reports.

Die inhaltliche Festlegung der durchzuführenden Arbeiten erfolgte während eines Treffens im April 2016, bei dem neben Wissenschaftlern des GERICS wiederum der Bürgermeister der Stadt Bleckede und der Vorsitzende des Umweltausschusses teilgenommen hatten. Dabei wurden die folgenden drei grundsätzlich möglichen Vorgehensweisen diskutiert: i) Die Modellierung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen im Stadtgebiet mit dem Programm WOLK des Beratungs- und Ingenieurbüros Tauw GmbH, ii) die Untersuchung der Grundhochwasserproblematik im Großraum Bleckede sowie iii) die Auswertung und Kartierung der Feuerwehreinsätze in Bleckede im Hinblick auf Überflutungen.

Im Rahmen eines weiteren Vor-Ort-Treffens im November 2016 wurde das zu modellierende Stadtgebiet festgelegt – basierend auf vergangenen Erfahrungen mit Starkregenereignissen. Zudem wurden unter anderem der Ansatz der beauftragten Tauw GmbH vorgestellt, die dafür benötigten Datengrundlagen diskutiert sowie über Anpassungsmaßnahmen informiert, die in der Stadt bereits durchgeführt wurden.

Während eines weiteren Treffens im Juni 2017 wurden das Vorgehen der Starkregenabflussmodellierung, das Abflussmodell „WOLK“ sowie erste Ergebnisse vorgestellt. Zudem wurden bereits Detailansichten verschiedener Stadtteile im Modell veranschaulicht sowie das Vorgehen und erste Ergebnisse der Bürgerbefragung präsentiert.

Die Vorstellung und Diskussion der finalen Ergebnisse der Aktivitäten des Moduls „Wasser in der Stadt“ erfolgte im November 2017 im Rahmen einer Sitzung des Umweltausschusses der Stadt Bleckede.

3. Klimainformationen für die Metropolregion Hamburg

Bevor in den nachfolgenden Kapiteln im Detail die Arbeiten in Bleckede betrachtet werden, wird zunächst der aktuelle Stand des Wissens zu Klimainformationen skizziert. Hierfür werden die zentralen Ergebnisse aus dem „Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland“ – insbesondere das Kapitel „Klima der Region – Zustand, bisherige Entwicklung und mögliche Änderungen bis 2100“ (Meinke et al. 2017) – sowie Kernaussagen der Informationsflyer „Die Metropolregion Hamburg in einer wärmeren Welt – Regionale Klimaänderungen unter verschiedenen globalen Erwärmungsraten“ (Jacob et al. 2018a) und „Die Metropolregion Hamburg in einer +1,5°C wärmeren Welt – Vom Alten Land bis zum Michel“ (Jacob et al. 2018b) zusammengefasst.

Als Grundlage zur Abschätzung der Folgen des Klimawandels für die Metropolregion Hamburg werden die nachfolgend skizzierten Klimaparameter verwendet (Tabelle 3.1).¹

Tabelle 3.1: Übersicht und Erläuterung der verwendeten Klimaindizes und –variablen

Klimaparameter	Erläuterung
Variablen aus regionalen Klimamodellen	
Langjähriges Mittel der Temperatur	In 2 m Höhe (Meteorologisches Jahr)
Langjähriges Mittel der Niederschlagssumme sowie langjähriger saisonaler Mittelwert (Winter: DJF; Sommer: JJA)	Gesamtniederschlag (Summe aus konvektivem und stratiformem Niederschlag)
Langjähriges Mittel der Windstärke	In 10 m Höhe
Abgeleitete Indizes auf Basis von Variablen der regionalen Klimamodelle	
Anzahl der Frosttage	Gesamtzahl der Tage pro Jahr, an denen das Temperaturminimum unter 0°C liegt (in 2 m Höhe)
Anzahl der heißen Tage	Gesamtzahl der Tage pro Jahr mit einem Tagesmaximum von $\geq 30^{\circ}\text{C}$ (in 2 m Höhe)
Anzahl der „Schlecht-Schlaf“-Tage	Gesamtzahl der Tage im Jahr, an denen die Nachttemperatur über 18°C (in 2 m Höhe) bleibt
Anzahl der Starkregen-Tage	Gesamtzahl der Tage pro Jahr mit einer Niederschlagssumme von ≥ 20 mm
Anzahl der Tage mit Schwüle	Gesamtzahl der Tage, an denen der Dampfdruck, berechnet mit der Magnus-Formel aus Tageswerten der Luftfeuchtigkeit und Temperatur, die Schwelle von 18 hPa überschreitet

¹ Weiterführende Angaben zu den verwendeten Klimamodellen und Methoden finden sich unter: www.gerics.de/IPCC-SR1.5.

Die hier getroffenen Aussagen beschreiben somit mögliche zukünftige klimatische Entwicklungen basierend auf Szenarien. Diese auch als Klimaprojektionen zu bezeichnenden Ansätze, beschreiben Entwicklungen des Klimas, die sowohl möglich als auch plausibel und naturwissenschaftlich konsistent sind. Für den Fall, dass – wie beispielsweise für steigende Temperaturen – alle betrachteten Projektionen eine grundsätzlich gleichgerichtete Entwicklung erkennen lassen, ist zwar noch nicht die Intensität dieser Entwicklungen klar, aber deren Vorzeichen (Von Storch et al. 2017).

Insgesamt ist eine Fortsetzung des bereits stattfindenden Temperaturanstiegs für den weiteren Verlauf dieses Jahrhunderts zu erwarten (Meinke et al. 2017; Rechid et al. 2014). Je nach verwendetem Szenario und dem Erfolg weltweiter Maßnahmen zum Klimaschutz liegt die mögliche Bandbreite der Lufttemperaturänderung im Jahresmittel gegenüber dem vorindustriellen Niveau bis Ende des Jahrhunderts zwischen rund +2°C bis +5°C. Je nach tatsächlicher Erwärmung hat dies unterschiedliche Auswirkungen auf temperatur- oder niederschlagsbasierte Klimaparameter.

Basierend auf den Ergebnissen von Meinke et al. (2017) und Rechid et al. (2014) wird zum Ende des 21. Jahrhunderts eine Abnahme der Niederschlagsmengen an Tagen mit leichten bis mittleren Niederschlagsintensitäten projiziert. An Tagen mit hohen Niederschlagsmengen zeigt sich dagegen eine Zunahme der Niederschläge. Dies deutet insgesamt auf eine Verschiebung zu weniger Regentagen allerdings mit größeren Mengen hin.

Zur potenziellen künftigen Entwicklung von Sturmereignissen bis Ende des 21. Jahrhunderts können derzeit tendenzielle Aussagen getroffen werden. Die größten Veränderungen maximaler Windstärken treten im Winter auf: Sie liegen zwischen –8 und +10%. Bei der Häufigkeit von Sturmereignissen zeigen die zugrunde gelegten Klimaprojektionen eine Spannweite von –8 bis +14 Sturmtagen, wobei die höchste Zunahme im Winter zu erwarten ist (Meinke et al. 2017; Meinke et al. 2011).

Ausgehend von unterschiedlichen Zunahmen der globalen Mitteltemperatur (+1,5°C, +2,0°C, +3,0°C, +4,0°C) zeigt Tabelle 3.2 zudem mögliche Klimaveränderungen für die Metropolregion Hamburg.

Folgt man den Experteneinschätzungen so ist zwischen robusten und tendenziellen Veränderungen zu unterscheiden. Zeigen mehr als 66% der ausgewerteten Klimaprojektionen eine statistisch signifikante Zu- oder Abnahme, so ist die Änderung robust. Zeigt dagegen die Mehrheit der Modelle keine statistisch signifikanten Änderungen, aber eine eindeutige Richtung, so ist eine Tendenz vorhanden. Bei den nachfolgend skizzierten Klimaparametern sind die projizierten Veränderungen der Anzahl von Frosttagen, der Tage mit Schwüle und der „Schlecht-Schlaf“-Tage bzw. der Lufttemperatur robust. Veränderungen bei der Anzahl der heißen Tage, der Starkregen-Tage und der Winterniederschläge zeigen eine Tendenz zur Zunahme. Bei

den Sommerniederschlägen ist dagegen keine eindeutige Tendenz erkennbar (siehe dazu auch Bender und Bülow 2018).

Tabelle 3.2: Mögliche Veränderungen für ausgesuchte Kenngrößen (Trend-Kategorien basierend auf den mittleren Änderungen: Abnahme, unverändert und Zunahme) (Jacob et al. 2018a).

Globale Klimaveränderung	„heute“ (1971-2000)	„Wärmere Welt“			
		+1,5 °C	+2,0°C	+3,0°C	+4,0°C
Temperaturbasierte Klimaparameter					
Mittlere Jahrestemperatur [°C]	8,7	+0,5 bis +1,7 Zunahme	+0,8 bis +2,2 Zunahme	+1,9 bis +2,9 Zunahme	+2,5 bis +3,9 Zunahme
Anzahl der Frosttage [#/ in 30a]	74	-37 bis -8 Abnahme	-46 bis -13 Abnahme	-46 bis -28 Abnahme	-60 bis -36 Abnahme
Anzahl der heißen Tage [#/ in 30a]	3	0 bis +8 Zunahme	0 bis +10 Zunahme	+1 bis +13 Zunahme	+2 bis +18 Zunahme
Anzahl der „Schlecht-Schlaf“-Tage [#/ in 30a]	<1	0 bis +15 Zunahme	0 bis +22 Zunahme	+2 bis +21 Zunahme	+3 bis +34 Zunahme
Niederschlagsbasierte Klimaparameter					
Mittl. Niederschlag, Winter; DJF [mm]	166	-15 bis +33 Zunahme	-18 bis +49 Zunahme	-13 bis +59 Zunahme	-12 bis +77 Zunahme
Mittl. Niederschlag, Sommer; JJA [mm]	201	-33 bis +40 Zunahme	-47 bis +59 Unverändert	-58 bis +80 Abnahme	-45 bis +85 Unverändert
Anzahl Starkregen-Tage [#/30a]	3	0 bis +1 Unverändert	0 bis +2 Unverändert	0 bis +2 Unverändert	+1 bis +3 Zunahme
Andere Klimaparameter					
Anzahl der Tage mit Schwüle [#/ in 30a]	3	0 bis +8 Unverändert	0 bis +10 Unverändert	+1 bis +13 Zunahme	+2 bis +18 Zunahme

4. Die Stadt Bleckede

4.1. Geographische Lage sowie geologische und hydrogeologische Verhältnisse

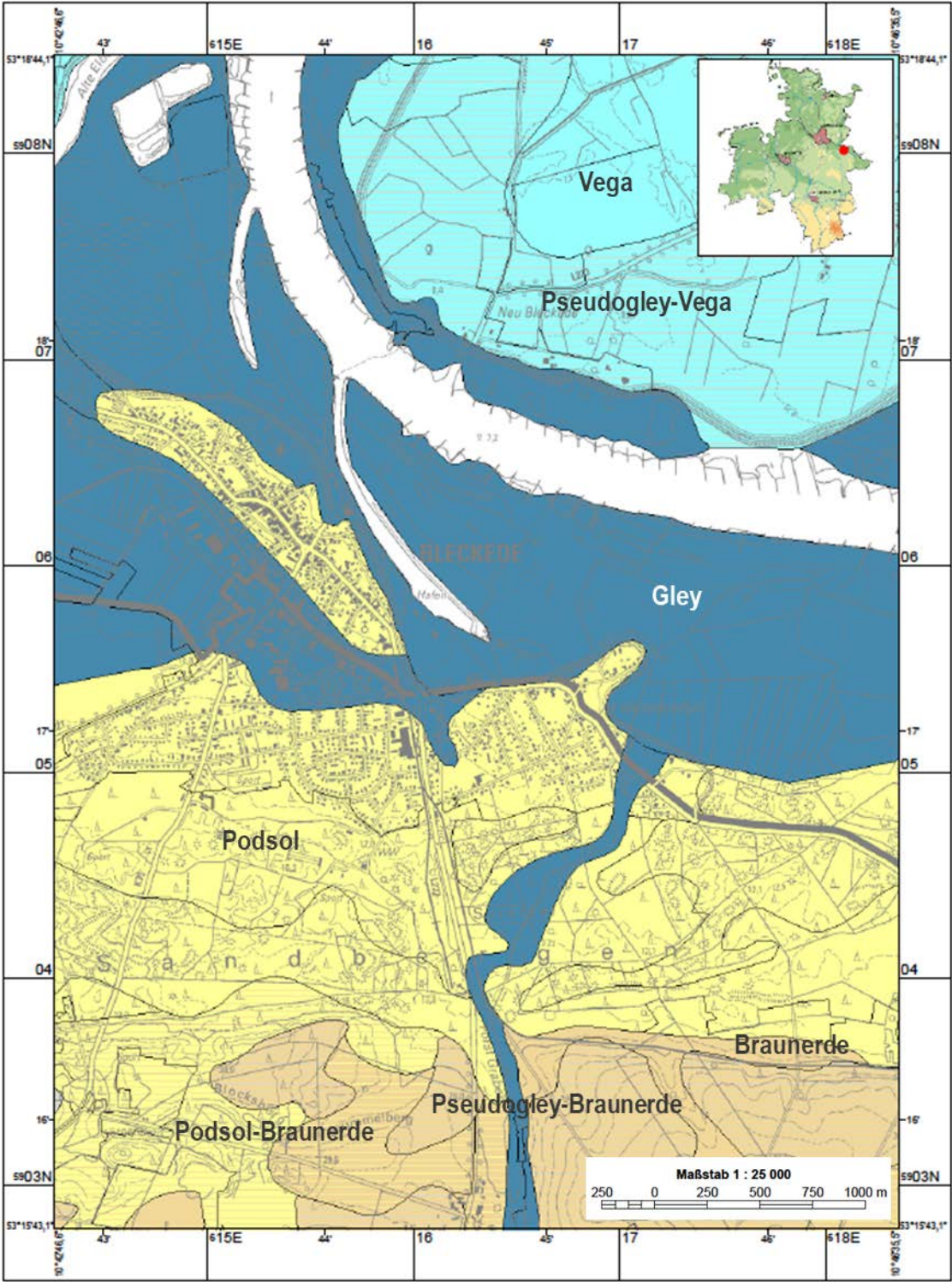
Die Stadt Bleckede mit rund 10.000 Einwohnern befindet sich größtenteils im Urstromtal der Elbe, im Osten des Landkreises Lüneburg. Der überwiegende Teil des Gemeindegebietes liegt südlich der Elbe. Das gesamte Stadtgebiet ist Teil von zwei Nationalen Naturlandschaften – dem Biosphärenreservat Niedersächsische Elbtalaue und dem Naturpark Elbhöhen-Wendland. Der gesamte Bereich um Bleckede wird durch die Bruchwetter entwässert, die parallel zur Elbe in westlicher Richtung fließt, bis sie südlich von Echem in die Alte Neetze mündet.

Der Untergrund in Bleckede wird durch die im Pleistozän stattgefundenen Eisvorstöße geprägt. Bei Niederungen handelt es sich lokal um Teilbereiche ehemaliger Urstromtäler beziehungsweise Entwässerungsrinnen. Während der Weichsel-Kaltzeit (vor 10.000 bis 115.000 Jahren) wurde das Elbe-Urstromtal durch die Schmelzwässer der Gletscher ausgeräumt. Im Pleistozän (vor 10.000 bis 2,3 Mio. Jahren) sedimentierten grobkörnige eiszeitliche Talsande, die im Holozän (ca. 11.500 bis heute) durch feinkörnige Flusssande überlagert wurden. Diese fluviatilen Ablagerungen bilden heute die Niederterrasse des Elbetales. Die Bohrprofile (Anhang 5) zeigen für den überwiegenden Bereich von Bleckede sandige pleistozäne (Weichsel-Kaltzeit) und holozäne Ablagerungen mit Mächtigkeiten über 20 m. Bindige Anteile kommen nur selten vor. In einem schmalen Streifen nördlich und nordöstlich von Bleckede treten holozäne Ablagerungen auf, die sich überwiegend aus tonigen Schluffen zusammensetzen (Abbildung 4.2). Der aus weichselzeitlichen sandig-kiesigen Flussablagerungen aufgebaute Porengrundwasserleiter erreicht Mächtigkeiten von bis zu 20 m. Er weist eine hohe Durchlässigkeit auf und besitzt einen silikatischen lokal auch silikatisch-organischen Charakter (BGR 2016), wobei meist eine schützende Überdeckung fehlt.

Bei den Deckschichten herrscht die für Flusstäler und Niederungen typischen Gleye vor (Abbildung 4.1). Diese treten in einem breiten Streifen südlich der Elbe auf. Der zentrale Teil von Bleckede, am Übergang der Niederen zur Hohen Geest, wird durch Podsole charakterisiert, die weiter südlich in Podsol-Braunerde, Pseudogley-Braunerde beziehungsweise Braunerden übergehen.

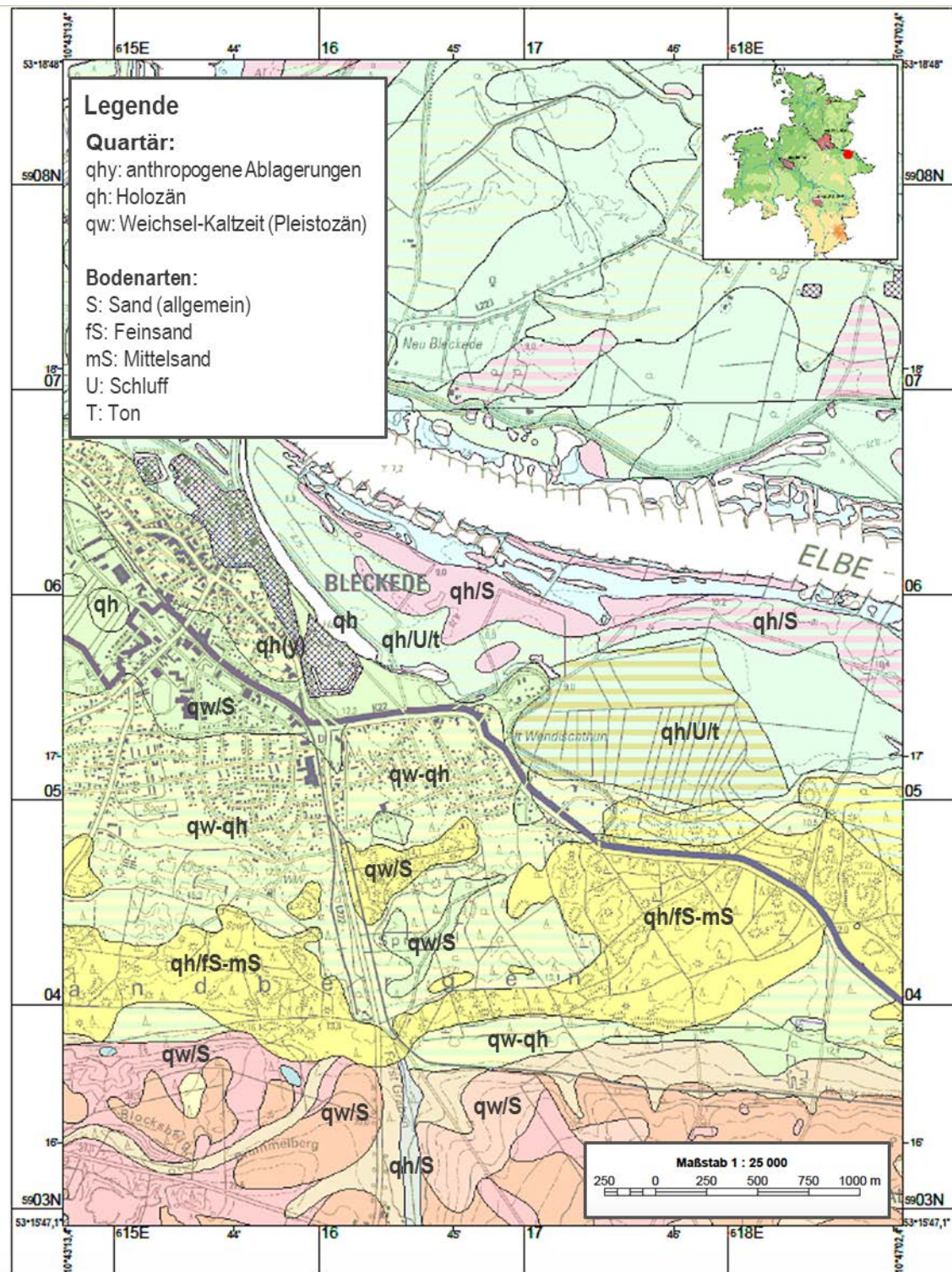
Die freie Grundwasseroberfläche ist auf den Hauptvorfluter Elbe eingestellt (siehe Anhang 4). Bei sehr geringem Gefälle herrschen weitestgehend exfiltrierende Grundwasserverhältnisse. Wie die Bohrungen (Anhang 5) zeigen, wird im Stadtbereich von Bleckede das Grundwasser oberflächennah angetroffen (zwischen 1,5 und 2,5 m unter der Geländeoberkante). Genauere Angaben zu Schwankungsbreiten insbesondere bei Hochwasserereignissen liegen nicht vor.

Abbildung 4.1: Bodenübersichtskarte 1:50000 (BUEK50)



Quelle: NIBIS® Kartenserver (2014c).

Abbildung 4.2: Geologische Karte (1:25000)



Quelle: NIBIS® Kartenserver (2014c).

4.2. Hochwasser

Ein Hochwasser ist Teil des natürlichen Wasserkreislaufs. Es beschreibt den Zustand eines oberirdischen Gewässers, bei dem der Wasserstand einen festgelegten Schwellenwert erreicht oder überschritten hat (DIN 1994). Neben dem Elbhochwasser können in Bleckede auch steigende Grundwasserstände und Starkregenereignisse zu Überschwemmungen führen.

4.2.1. Flusshochwasser

Großflächiger Dauerregen lässt die Wasserstände in größeren Flüssen ansteigen, da hier das Wasser aus vielen Nebenflüssen zusammenströmt. Wenn die Abflusskapazität an einer Gewässerstelle überschritten wird, tritt das Wasser dort über die Ufer. Das Ausmaß eines Flusshochwassers wird von der Art und Stärke des Niederschlags im Einzugsgebiet und den Eigenschaften des Gebietes beeinflusst. Generell unterscheidet man vier Hochwasserarten:

- Hochwasser durch Regenfälle und Wolkenbruch-Hochwasser: tritt durch extrem starke Niederschläge, oft bei Wärmegewittern, oder durch Dauerregen auf,
- Hochwasser nach der Schneeschmelze: tritt häufig durch das zeitliche Zusammentreffen von Niederschlägen und dem raschen Abtauen der Schneedecke auf,
- Eis-Hochwasser: entsteht durch den Aufstau von Wasser hinter zusammengeschobenen Eisschollen,
- Sturmflut-Hochwasser: tritt in Mündungsgebieten von Flüssen auf.

Am Mittellauf der Elbe treten Flusshochwasser bisher im Winterhalbjahr etwa doppelt so häufig auf, wie im Sommerhalbjahr (Golder Associates 2011). Ein Grund dafür ist das Zusammentreffen mehrerer Faktoren wie Schneeschmelze und Starkregenereignisse im Flusseinzugsgebiet. Beim Überschreiten der Speicherkapazität des Bodens fließt der Niederschlag nur noch an der Oberfläche ab. Geschieht dies auch in den Einzugsgebieten der Nebenflüsse, so können sich Hochwasserwellen überlagern und Ausuferungen entlang des Hauptflusses auslösen (BfG 2006).

Sommerhochwasser treten nur dann auf, wenn es in weiten Teilen des Einzugsgebietes zu Starkregenereignissen kommt, bei denen große Oberflächenabflussmengen in die Vorfluter gelangen. Diese Ereignisse sind zumeist bestimmten Großwetterlagen zuzuordnen. So führt beispielsweise die sogenannte Vb-Wetterlage meist zu großen Regenmengen in Tschechien. Diese waren für viele Hochwasserereignisse der letzten Jahre verantwortlich (Rudolf & Rapp 2002).

Flächenversiegelungen im Einzugsgebiet oder Flussbegradigungen beispielsweise gehen aber zu Lasten der natürlichen Speichermöglichkeiten und Überschwemmungsflächen. Damit kommt es zu einem beschleunigten Oberflächenabfluss ohne Dämpfung der Hochwasserwellen, wodurch das Hochwasserrisiko steigt.

Die nachfolgende Tabelle 4.2 gibt einen Überblick ausgewählter Pegelstände der Elbe bei Hochwasser und unter „normalen“ Bedingungen.

Tabelle 4.2: Ausgewählte Hochwasserpegelstände an drei Orten aus den Jahren 2002, 2006 und 2011 im Vergleich zum normalen Wasserstand

	„Normaler“ Wasserstand	Hochwasser August 2002	Hochwasser April 2006	Höchststände Januar 2011
Hitzacker	267	750	763	770
Neu Darchau	270	732	749	749*
Bleckede	680	1125	1138	1146

Quelle: NLWKN (2011). *Angabe ohne Gewähr, Pegel ausgefallen.

4.2.2. Urbane Überflutung nach Starkregen

Starkregen tritt besonders in den Sommermonaten zumeist in Verbindung mit Gewitterfronten auf. Für Starkregen, also große Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit, gibt es keine allgemeine Definition, da die charakteristischen Niederschlagsmengen von der jeweiligen Klimazone abhängen und von Ort zu Ort unterschiedlich sind (Bender und Schaller 2014). Starkregen fällt meist aus konvektiver Bewölkung (z.B. Cumulonimbuswolken) und kann vereinfacht als relativ selten auftretender Niederschlag mit zerstörerischer Wirkung (z.B. durch nachfolgende Überflutungen) bezeichnet werden. Der Deutsche Wetterdienst (DWD)² spricht bei Niederschlagsmengen von 25 mm in 1 Stunde (dies entspricht 25 Liter auf einen Quadratmeter) bzw. 35 mm in 6 Stunden von einem heftigen Starkregen.

In den letzten Jahren haben Starkregenereignisse auch in Deutschland wiederholt zu schweren Überschwemmungen mit enormen Sachschäden geführt. Nach Angaben des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) waren die Tiefs Elvira und Frederike im Jahr 2016 mit 800 Millionen Euro Schaden, die bislang kostenintensivsten Starkregenereignisse (GDV 2016). Dabei waren auch Orte betroffen, die sich nicht in der Nähe von großen Gewässern befinden. Gerade in kleinen Flusseinzugsgebieten sorgen örtlich begrenzte Starkregen häufig für das

²

<https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=102248&lv3=102572>

schnelle Anschwellen von Entwässerungsgräben und kleineren Bächen. Dabei zeigt sich in der Praxis, dass eine unzureichende Pflege von Entwässerungsgräben die Hochwassersituation deutlich verschärfen kann. Ort und Zeitpunkt eines Starkregenereignisses sind jedoch kaum vorherzusagen.

Wie in Kapitel 3 bereits dargelegt wurde, weisen Klimaprojektionen darauf hin, dass infolge des Klimawandels häufigere und intensivere Starkregenereignisse und damit vermehrt auftretende urbane Überschwemmungen zu erwarten sind. Bei der Planung und Umsetzung geeigneter Anpassungsmaßnahmen – wie die Versickerung von Wasser in temporären Retentionsräumen wie Parks oder anderen Grünflächen – gilt es zu beachten, dass die Flurabstände im Bereich von Bleckede weitestgehend als gering einzuschätzen sind. Die wenigen vorliegenden Messdaten befinden sich in einem Bereich zwischen 1,5 und 2,5 m unter der Geländeoberkante (Anhang 5). Belastbare Aussagen über einen möglichen vorhandenen, unterirdischen Speicherraum können nicht getroffen werden, da keine Zeitreihen oder flächendeckende Informationen über Grundwasserstände vorliegen.

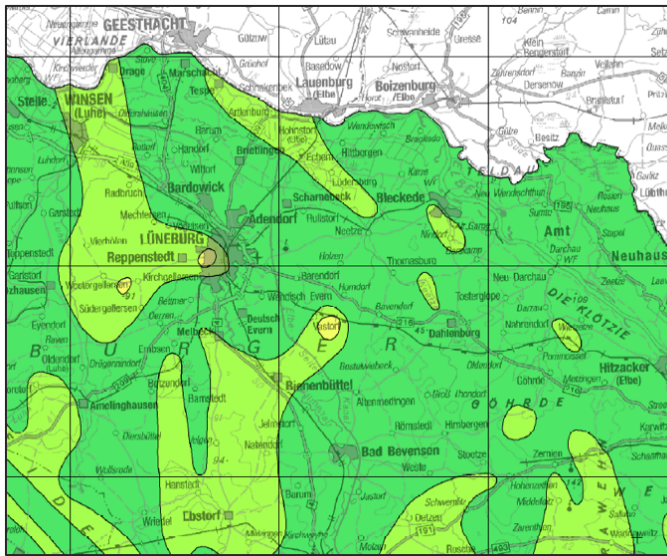
4.2.3. Grundhochwasser

Der natürliche Anstieg des Grundwasserspiegels ist entweder das Ergebnis langanhaltender Niederschläge oder ausgedehnter Flusshochwasserereignisse. Bei den lokal im Bereich Bleckede vorliegenden sehr gut bis gut wasserdurchlässigen Grundwasserleitern – Klassifikation der Transmissivität nach Krasny (1993) (Abbildung 4.3) – kann der Anstieg des Grundwasserspiegels relativ kurzfristig erfolgen. Da keine längeren Messreihen für den Raum Bleckede vorliegen, sind jedoch keine Angaben über einen möglichen zeitlichen Verlauf und die räumliche Ausdehnung erhöhter Grundwasserstände möglich. In Anbetracht der hydraulischen Eigenschaften und der großen Mächtigkeit des Grundwasserleiters, ist davon auszugehen, dass der Grundwasserstand nur bei einer ausreichend großen Wassermenge reagiert, wie beispielsweise bei einem steigenden Wasserstand der Elbe oder bei überdurchschnittlich hohen Niederschlagsmengen.

Im Fall eines Flusshochwassers kann das Grundwasser auch in Gebieten ansteigen, die sich über 2 km entfernt vom Fluss befinden (SLUG 2003), so dass es hierzu auch hinter Hochwasserschutz-Einrichtungen kommen kann.

Wie die Karte zu den Entnahmebedingungen für Grundwasser (LBEG 2016) für den Bereich Bleckede zeigt, sind diese als sehr gut bis gut klassifiziert (Abbildung 4.3). Dies bedeutet einerseits, dass auch große Entnahmemengen nur zu geringen Absenkungen des Grundwasserspiegels führen. Andererseits bedeutet dies für Wasserhaltungsmaßnahmen – beispielsweise auch im Rahmen der Anpassung an hohe Grundwasserstände – dass große Pumpleistungen notwendig sind, um den hohen Wasserständen entgegenwirken zu können.

Abbildung 4.3: Hydrogeologische Übersicht zu den Entnahmebedingungen der grundwasserführenden Gesteine (LBEG 2016)



Entnahmebedingungen

 sehr gut:

Überall dort, wo quartäre und tertiäre überwiegend sandige Grundwasserleiter einen mächtigen Leiterkomplex bilden, der im Bereich quartärer Rinnensysteme noch vertieft und mit grobem Sedimentmaterial gefüllt ist. In diesen Gebieten können sehr große Grundwassermengen auf Dauer bei relativ geringer Absenkung gefördert werden. Transmissivitäten von über 100 m²/h

 gut:

Überall im Verbreitungsgebiet der quartären glazifluvialen Lockergesteins in Norddeutschland einschließlich der Schotterfüllungen der Flusstäler der großen Flüsse. Grundwasserleiter dieser Kategorie sind zur Entnahme größerer Grundwassermengen potenziell geeignet.

Transmissivitäten zwischen 20 und 100 m²/h

5. Modellierung des Abflussverhaltens von Starkniederschlägen

5.1 Grundlagen

In den vergangenen Jahren wurden viele Gebiete in Deutschland unerwartet von extremen Niederschlägen getroffen. Naturereignisse selbst sind nicht immer berechenbar, drohende Folgen und der bestmögliche Umgang mit ihnen können allerdings präventiv abgeschätzt werden. Dabei spielt die Ableitung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen für ein verantwortungsvolles und langfristig klimawandelangepasstes städtisches Wassermanagement eine große Rolle. Für die zunächst notwendige Durchführung der Modellierung der Oberflächenabflüsse und der Ableitung der daraus resultierenden Auswirkungen bei extremen Niederschlagsereignissen für die Stadt Bleckede wurde im Oktober 2016 die Tauw GmbH beauftragt.³ Dabei wurde das von der Tauw Group entwickelte (Kluck et al. 2010) GIS-Tool WOLK⁴ („Water Overlast Landschap Kaart“) genutzt. Dieses Instrument ermöglicht, die Folgen extremer Niederschläge in kurzer Zeit abzuschätzen und zu visualisieren. Die so gewonnene Einschätzung der potenziellen Überschwemmungsbereiche bei Starkregenereignissen bildet die Grundlage für eine weitere Diskussion möglicher Anpassungsmaßnahmen.

Da bei extremen Niederschlägen die Aufnahmekapazität der bestehenden Kanalisation begrenzt ist, wird die tatsächliche Kapazität des Kanalnetzes bei dieser Anwendung nicht berücksichtigt. Vielmehr wird angenommen, dass das Kanalsystem bei Starkregenereignissen vollständig gefüllt ist, beziehungsweise kein Wasser mehr darüber abgeführt werden kann. Somit fließt der Niederschlag vollständig oberflächlich ab. Das Wasserdargebot für die Modellierung wird daher ausschließlich von dem kumulativen Niederschlag beeinflusst.

Eine wesentliche Grundlage für die Modellierung mit WOLK ist ein digitales Höhenmodell. Je detaillierter die Höhenunterschiede damit erfasst werden können, desto genauer kann auch das Abflussverhalten simuliert werden. Um die tatsächliche Flächennutzung vor Ort zu bewerten, werden ergänzend Flächennutzungskarten und Orthofotos – also eine verzerrungsfreie und maßstabsgetreue Abbildung der Erdoberfläche – zum Abgleich herangezogen.

Die Fließrichtung des oberflächlich abfließenden Wassers selbst hängt von dem Geländere relief ab. Im Vorfeld der Berechnung werden in der Regel irrelevante

³ Die in diesem Kapitel dargestellten Inhalte und Abbildungen sind dem durch die Tauw GmbH für das GERICS erstellten Abschlussbericht „Naturrisiko Starkniederschläge. Stadt Bleckede - Erläuterungsbericht zur Modellierung mit der Software „WOLK““ (Tauw 2018) entnommen, wobei sie teilweise sprachlich angepasst und inhaltlich ergänzt wurden.

⁴ Die Abkürzung „WOLK“ steht für „Water Overlast Landschap Kaart“.

Informationen – wie beispielsweise geparkte Autos und Bäume – aus der Höhendatei soweit wie möglich herausgefiltert oder entsprechende Stellen manuell korrigiert.

Das Softwaretool WOLK berechnet die Akkumulation des Wassers am Boden in einem iterativen Prozess. Der Kern der Modellierung besteht darin, dass das Wasser in Richtung der Bodenvertiefungen fließt und die Vertiefung füllt. Danach fließt das Wasser über die gefüllte Vertiefung bis zu der nächsten Vertiefung und so weiter (siehe Abbildung 5.1). Dieser Prozess endet, sobald das gesamte Wasser in den Vertiefungen verteilt ist oder kein weiterer Wassernachschub mehr erfolgt.

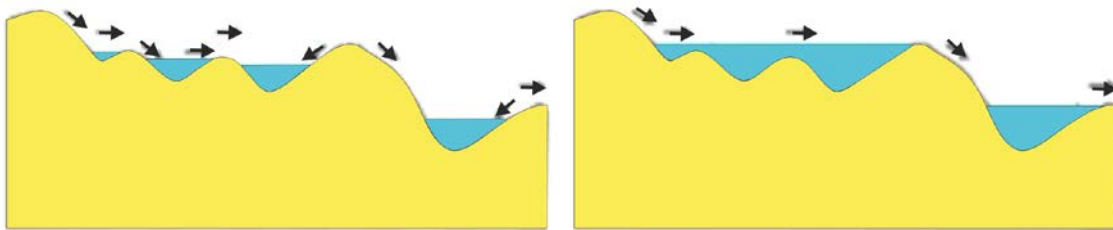


Abbildung 5.1: Schematische Darstellung des iterativen Prozesses des Bodenwasserabflusses und der Akkumulation des Bodenwassers im GIS-Tool WOLK.

Das Ergebnis der Modellierung ist eine Karte, die oberflächliche Entwässerungswege und Fließrichtungen sowie Wasserakkumulationsflächen visualisiert, wie Abbildung 5.2 exemplarisch zeigt.



Abbildung 5.2: Modellierter Bodenwasserabflusses und modellierte Akkumulation des Bodenwassers, beispielhaft dargestellt auf Grünflächen (links), entlang von Straßenverläufen (Mitte) und in bebauten Gebieten (rechts).

Flächenhaft tritt oberirdisches Wasser oft auf Grünflächen und ungenutzten Flächen auf (linkes Bild der Abbildung 5.2). Solche Bereiche liegen oft etwas tiefer als die Umgebung und es kommt nicht, oder nur in geringem Maße, zu einem oberflächlichen Abfluss. Das mittlere Bild zeigt oberflächliche Abflüsse entlang von Straßenverläufen. Solche Bereiche sind bei Extremereignissen weniger von Überschwemmungen betroffen, da überschüssiges Wasser in der Regel weiter ablaufen kann. Das rechte Bild zeigt Akkumulationen in Bebauungsnähe. Bebaute Gebiete erweisen sich nach Starkregenereignissen als besonders sensible und dadurch potenziell gefährdete Bereiche.

5.2 Modellgebiet und Rohdaten

Das Modellgebiet in Bleckede wurde anhand von Geländeerhebungen (z.B. im Süden des Stadtgebietes) und großen Straßen eingegrenzt. Abbildung 5.3 zeigt das verwendete Digitale Geländemodell (DGM) für Bleckede, das die Grundlage der Abflussmodellierung bildet. Das Geländemodell wurde unter der Verwendung digitaler Höhendaten basierend auf der Produktvariante DGM1 berechnet und hat eine Gitterweite von 1 x 1 m sowie eine Genauigkeit von $\pm 0,2$ m. Es liegt seit 2017 für Bleckede sowie für weitere mit Laserscanning neu erfasste und bearbeitete Bereiche Niedersachsens vor. Die Daten für dieses Vorhaben wurden durch das Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) elektronisch zur Verfügung gestellt.



Abbildung 5.3: Digitales Geländemodell (DGM1) für das Untersuchungsgebiet in Bleckede.

Zur Verifizierung wurden die Ergebnisse mit vorhandenen Katasterkarten und Luftbildern abgeglichen und darüber teilweise entsprechend angepasst. Als Ausgangspunkt der Untersuchung wurde ein Niederschlag von 60 mm innerhalb einer Stunde angenommen. Unter der Annahme, dass ein Kanalnetz durchschnittlich auf 20 mm Niederschlag dimensioniert ist, wurde für die Berechnung mit WOLK somit die Differenz von 40 mm als oberirdischer Abfluss herangezogen. Basierend auf diesen methodischen Vorgaben, Annahmen und Rahmenbedingungen wurde unter Verwendung der gegebenen Rohdaten ein erster Lauf mit dem Modell WOLK für das Projektgebiet Bleckede und das Jahr 2017 aufgesetzt.

5.3 Simulationsergebnisse

Als Ergebnis der ersten Berechnung zeigt sich für den zentralen bis nördlichen Bereich des Stadtgebietes in Bleckede das in Abbildung 5.4 dargestellte Bild der Fließwege und Wasserakkumulationen.

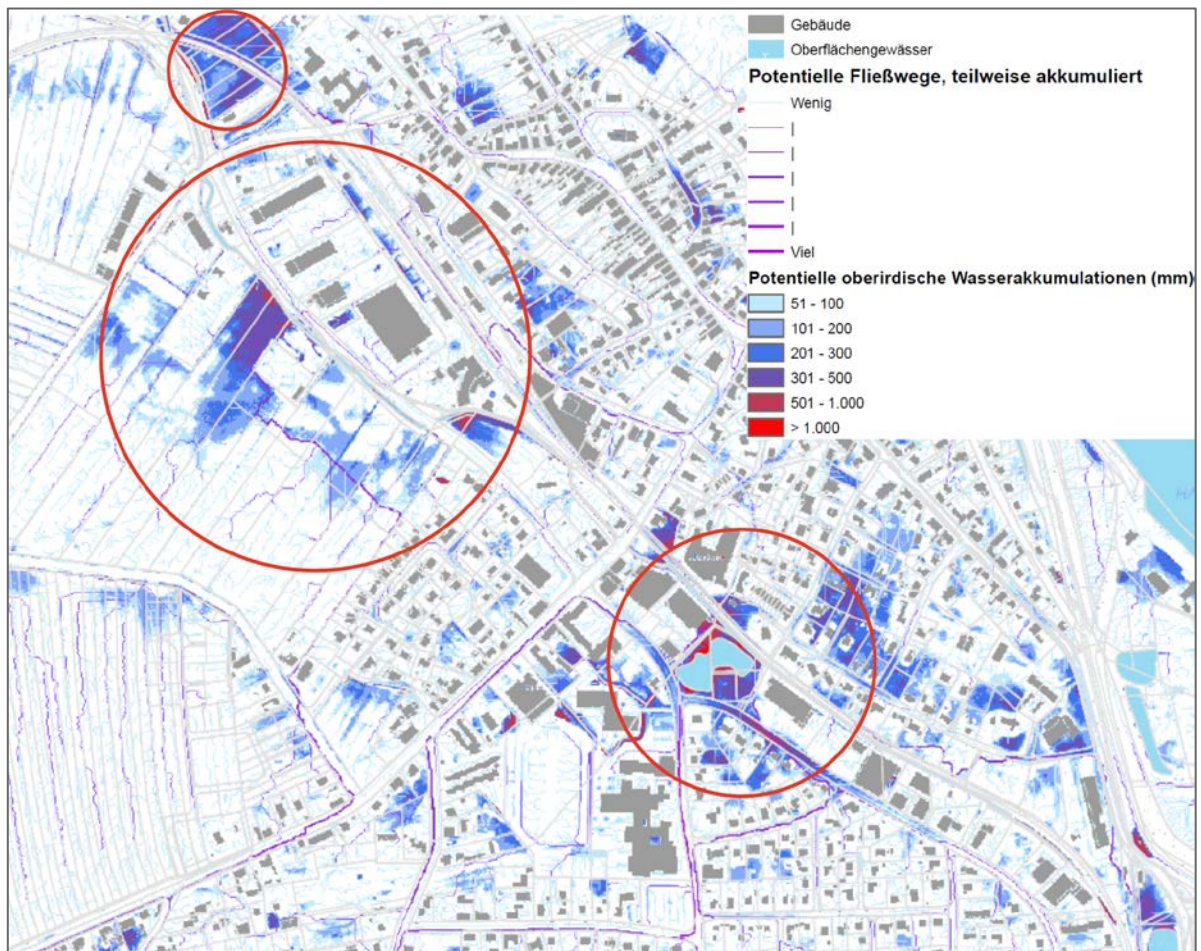


Abbildung 5.4: Modellierung des Oberflächenabflusses und der Wasserakkumulation mit WOLK: Erstes Modellergebnis mit potenziell gefährdeten Bereichen entlang der Bruchwetter.

Die in dem Modell visualisierten und potenziell gefährdeten Bereiche entlang der Bruchwetter (rote Markierungen in der Abbildung 5.4) wurden bei einem Termin vor Ort im Juni 2017 diskutiert.⁵ Dabei zeigte sich, dass einzelne Abschnitte entlang dieses Entwässerungsgrabens nicht durchgehend praxiskonform abgebildet und modelliert wurden. Zum Beispiel stellten Straßenunterführungen – sofern sie nicht manuell korrigiert werden – Unterbrechungen beziehungsweise Stauungen im Flusssystem der

⁵ Die Bruchwetter ist ein 17,6 Kilometer langer und durch die Bleckeder Elbmarsch verlaufender Fluss, der in Bleckede seinen Ursprung hat, parallel zur Elbe verläuft und südlich der Gemeinde Echem in die Alte Neetze, einen Nebenfluss der Ilmenau, mündet. Die Bruchwetter hat eine sehr geringe Fließgeschwindigkeit und verkrautet stark. Der klare Fluss ist vor allem im Gebiet der Stadt Bleckede grabenartig ausgebaut und stark mit Wasserpflanzen (z.B. Gemeiner Wasserstern, Gelbe Teichrose und Pfeilkraut) bewachsen, wobei er insgesamt einen artenreichen heterogenen Bewuchs aufweist. Der Grund der Bruchwetter ist mit einer dicken Faulschlammsschicht mit Oxidationshaut bedeckt.

Bruchwetter dar, so dass sich in diesen Bereichen oberirdisches Wasser im Modell akkumulierte.

Mit der Erfahrung dieser ersten Vor-Ort-Evaluierung wurde in einem zweiten Schritt das Modellgebiet in Richtung Südosten erweitert und entlang der Bruchwetter im Modell überarbeitet. Die Durchlässigkeiten im Flusslauf der Bruchwetter wurden abschnittsweise angepasst. Ein zentrales Ergebnis dieser verbesserten Modellierung ist, dass sich die potentiell durch Starkregenereignisse gefährdeten Bereiche unter Berücksichtigung der Korrekturen verringert haben (rote Markierungen in Abbildung 5.5).

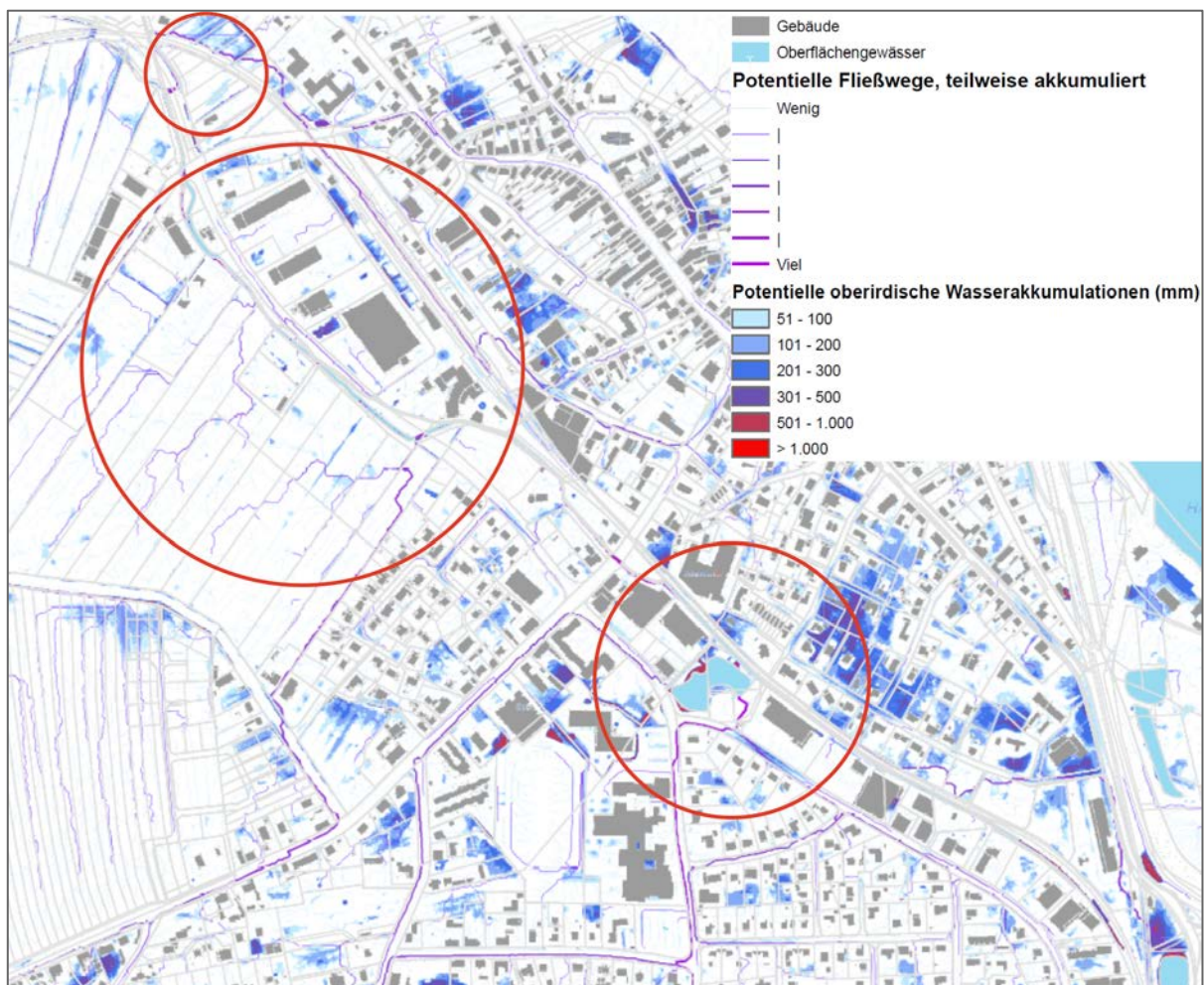


Abbildung 5.5: Modellierung des Oberflächenabflusses und der Wasserakkumulation mit WOLK: Zweites Modellergebnis nach Korrektur der Durchlässigkeit der Bruchwetter.

Diese Ergebnisse haben vor allem die große Relevanz der Bruchwetter für die Entwässerung der Stadt Bleckede bestätigt. Daher wurden zwei weitere Abflussmodellierungen unter der Annahme einer nicht durchlässigen Bruchwetter sowie einer vollständig durchlässigen Bruchwetter durchgeführt. Eine nicht durchlässige Bruchwetter läge vor, wenn beispielsweise Straßenunterführungen durch Äste, Pflanzen, Ackerkrume, Sand, Schutt und ähnliches verstopft sind, so dass sich

das Wasser entsprechend staut. Abbildung 5.6 stellt die Ergebnisse einander gegenüber.

Die modellierten Zustände repräsentieren die beiden theoretisch extremsten Zustände der Bruchwetter. In der Praxis ist jedoch davon auszugehen, dass diese Situationen in dieser Ausprägung nicht auftreten werden bzw. zu realisieren sind. Ihr Vergleich soll jedoch grundsätzlich die Relevanz und Wirkung einer durchlässigen Bruchwetter veranschaulichen und die Stadt dahingehend sensibilisieren, regelmäßig entsprechende Pflegemaßnahmen durchzuführen.

Die große Relevanz der Bruchwetter für die Entwässerung der Stadt zeigt sich exemplarisch in Abbildung 5.6 sehr deutlich an einigen Gebieten in Bleckede. Die Beispiele a und b zeigen einen Abschnitt der Industriestraße auf Höhe der Einkaufszentren jeweils unter der Annahme, dass die Bruchwetter in dem Abschnitt nicht durchlässig (links) beziehungsweise optimal durchlässig (rechts) ist. Hier ist der Einfluss einer optimal gepflegten Entwässerung durch die Bruchwetter in Form einer deutlich geringeren Wasserakkumulation zu erkennen. Ähnliches verdeutlichen die beiden nachfolgenden weiteren Vergleiche (c und d, e und f), die zwei Gebiete im Nordosten des Stadtgebietes betrachten, wobei wieder jeweils links die Ergebnisse unter der Annahme einer nicht durchlässigen und rechts die einer optimal durchlässigen Bruchwetter dargestellt sind.

Diese exemplarischen Ergebnisse – sowie Experteneinschätzungen und bisherige Erfahrungen in Bleckede – lassen darauf schließen, dass die Bruchwetter entscheidend für den örtlichen Regenwasserabfluss ist. Eine kontinuierliche Instandhaltung ist daher unerlässlich, um einen Rückstau und somit eine Gefährdung von Schutzgütern zu vermeiden.

nicht durchlässige Bruchwetter

optimal durchlässige Bruchwetter

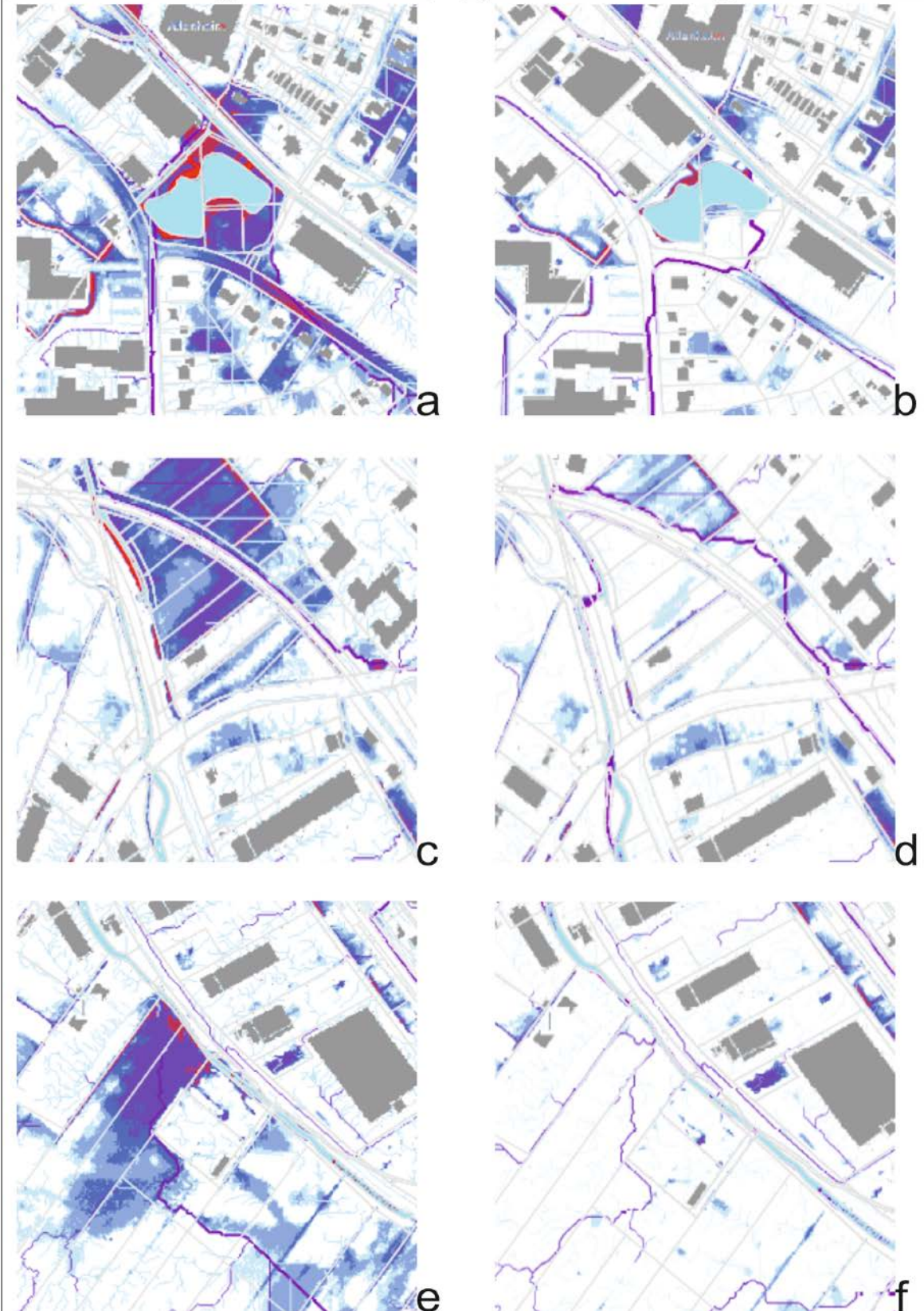


Abbildung 5.6: Gegenüberstellung von Stadtgebieten – I. Modellierung des Oberflächenabflusses und der Wasserakkumulation mit nicht durchlässiger Bruchwetter (links) und optimal durchlässiger Bruchwetter (rechts) für einen Abschnitt der Industriestraße auf Höhe der Einkaufszentren (a und b). Gleiche Modellierung für zwei Gebiete im Nordosten des Stadtgebietes (c und d; e und f).

Darüber hinaus sind potenziell gefährdete Gebiete zu erkennen, die bei Starkregen nicht vom Abfluss und der Pflege der Bruchwetter beeinflusst werden, wie die Vergleiche in Abbildung 5.7 exemplarisch zeigen. Hierbei sind eine potentiell durch Starkregen betroffene Grünfläche (a und b) sowie Teilflächen im Bereich des Neubaugebietes am Moorweg, westlich des Stadtkerns, abgebildet (c und d). Hier wären unmittelbare Anpassungsmaßnahmen und eine entsprechende Berücksichtigung in Planungsprozessen notwendig.

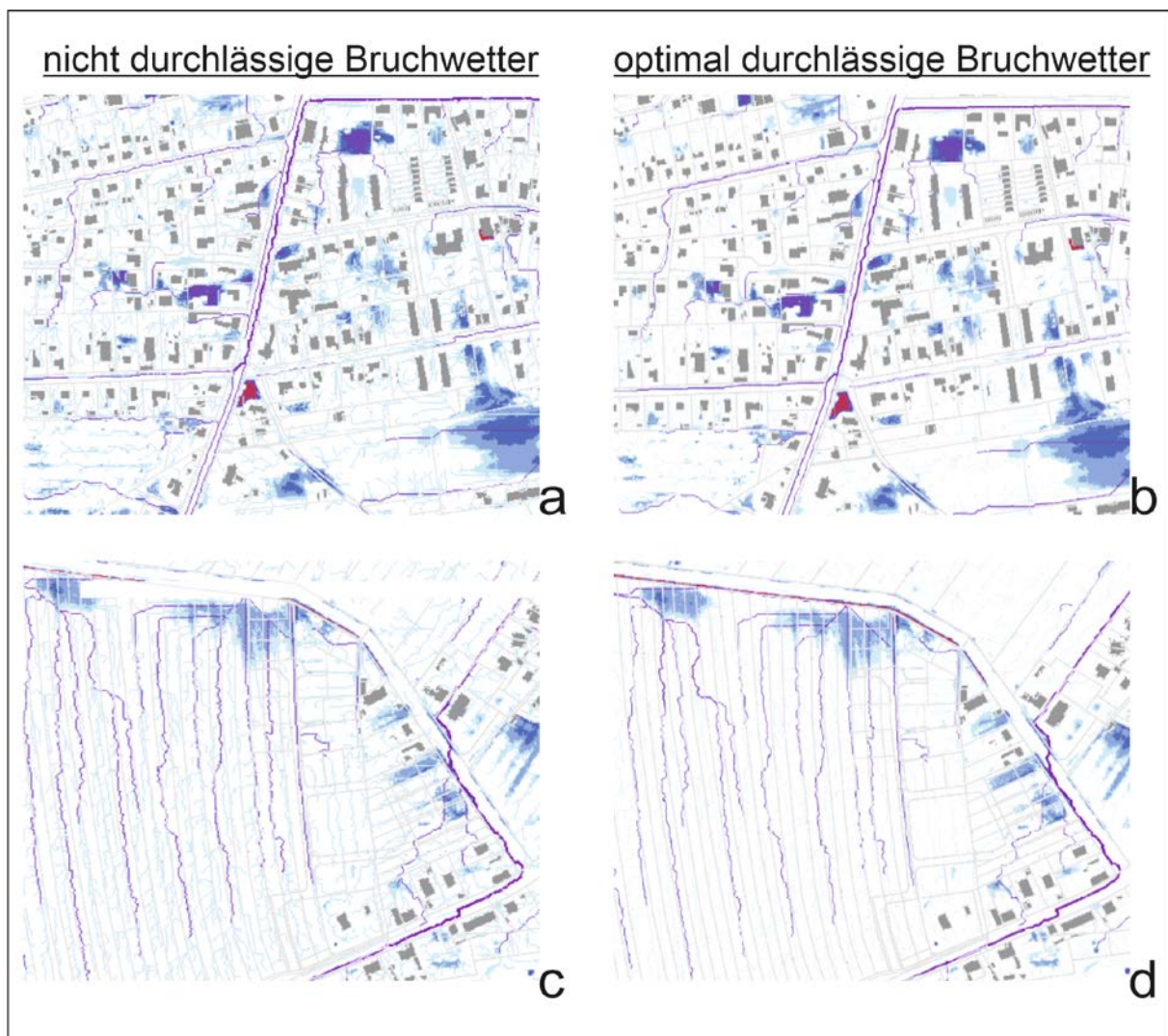


Abbildung 5.7: Gegenüberstellung von Stadtgebieten – II. Gleiche Modellierung wie in Abbildung 5.6, jedoch für eine potenziell durch Starkregen betroffene Grünfläche (a und b) und für Teilflächen im Bereich des Neubaugebietes am Moorweg (c und d).

Darüber hinaus zeigen sich basierend auf der Annahme einer vollständig durchlässigen – also perfekt gepflegten – Bruchwetter im Detail weitere potenziell durch Starkregenereignisse beeinflusste Bereiche, mit einem Fokus auf i) dem südwestlichen Modellgebiet, ii) dem südöstlichen Modellgebiet und iii) dem nördlichen Modellgebiet (siehe Abbildungen 8-10 im Anhang).

Als Fazit lässt sich festhalten, dass auch eine perfekte Pflege und Durchlässigkeit der Bruchwetter nicht sicherstellen kann, sämtliche potentiellen Wasseransammlungen im Stadtgebiet zu vermeiden. Somit ist eine individuelle Vorsorge dringend geboten, um das Schadensrisiko durch Starkregenereignisse zu reduzieren.

6. Bürgerbefragung zu Überschwemmungen

Ergänzend zur Untersuchung möglicher Auswirkungen von Starkniederschlägen mit Hilfe von Modellberechnungen wurde im Mai 2017 eine schriftliche Befragung von 600 Haushalten innerhalb des Modellgebietes in Bleckede durchgeführt. Dazu wurden die am GERICS entwickelten Fragebögen am 27. April 2017 vor Ort direkt in Hausbriefkästen verteilt. Der Rücklauf erfolgte postalisch bis zum 31. Mai 2017. Insgesamt wurden 162 Fragebögen vollständig ausgefüllt zurückgeschickt, was einer Rücklaufquote von 27% entspricht.

Übersicht zu den Befragungsergebnissen

127 von 162 Haushalten (78%) gaben an, mindestens einmal von einem hydro-meteorologischen Ereignis (Hochwasser oder Starkniederschlag) betroffen gewesen zu sein.

Die meisten Schäden wurden durch überlaufende Regenrinnen aufgrund von Starkregenereignissen (92 Haushalte – 57%) sowie Kellervernässungen aufgrund von Grundhochwasser (90 Haushalte – 56%) verursacht. Schäden durch Kanalrückstau auf der Straße wurden von 53 Befragten (33%) und Schäden in Gebäuden von 24 Befragten (15%) genannt. Flusshochwasser waren in 35 Fällen (22%) für Schäden verantwortlich.

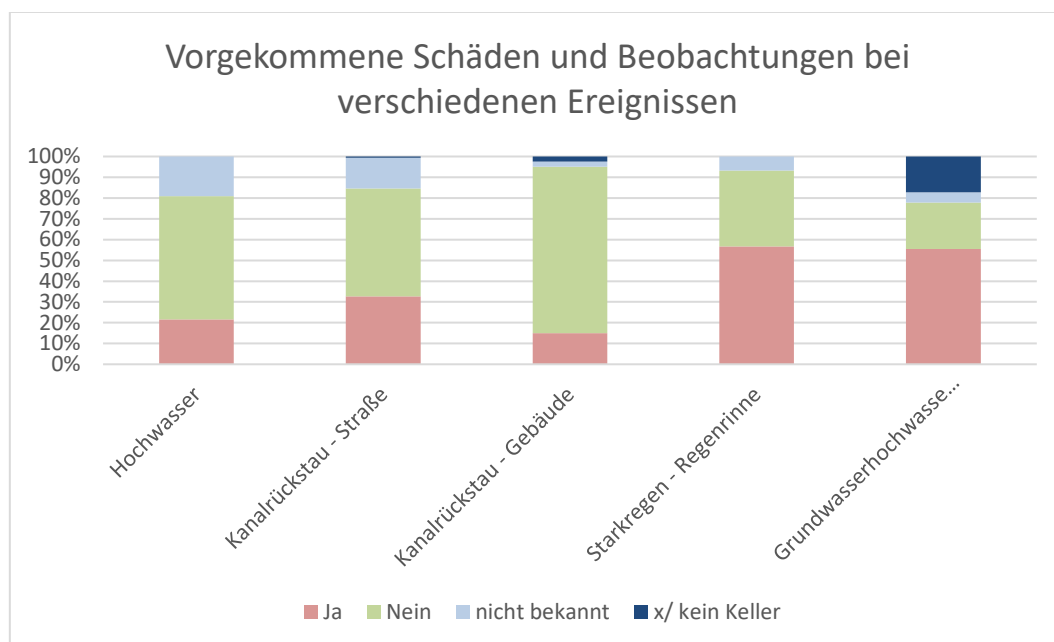


Abbildung 6.1: Durch die Befragung ermittelte Häufigkeit hydro-meteorologischen Schäden nach verschiedenen Ereignissen (Angabe in %).

Statistische Tests belegen in diesem Zusammenhang zudem eine signifikante Abhängigkeit zwischen dem Vorkommen von Schäden und der Lage der Gebäude.

Hochwasserschäden

Abbildung 6.2 zeigt die Verortung der 35 angegebenen Flusshochwasserschäden. Die meisten Schäden (5) traten in der Fritz-von-dem-Berge-Straße auf. Auch in den umliegenden Straßen – Sanddeich und Feldstraße – gaben drei bzw. vier Personen an, schon einmal von einem Hochwasser mit entsprechenden Schäden betroffen gewesen zu sein. Diese Straßen liegen im tieferen Gelände des Ortes in der Nähe des Bleckeder Hafens. Aus diesen Straßen wurden auch die meisten Rückläufe der Fragebögen registriert (10-12, angezeigt durch die Dicke der farblichen Hervorhebung der Straße). Interessant ist zudem, dass die im vorherigen Kapitel dargestellte Abflussmodellierung in diesem Gebiet – für die Annahme einer nicht gepflegten Bruchwetter – ebenfalls einen Hot-Spot der Wasserakkumulation mit dem Potenzial für entsprechende Überschwemmungen zeigt.

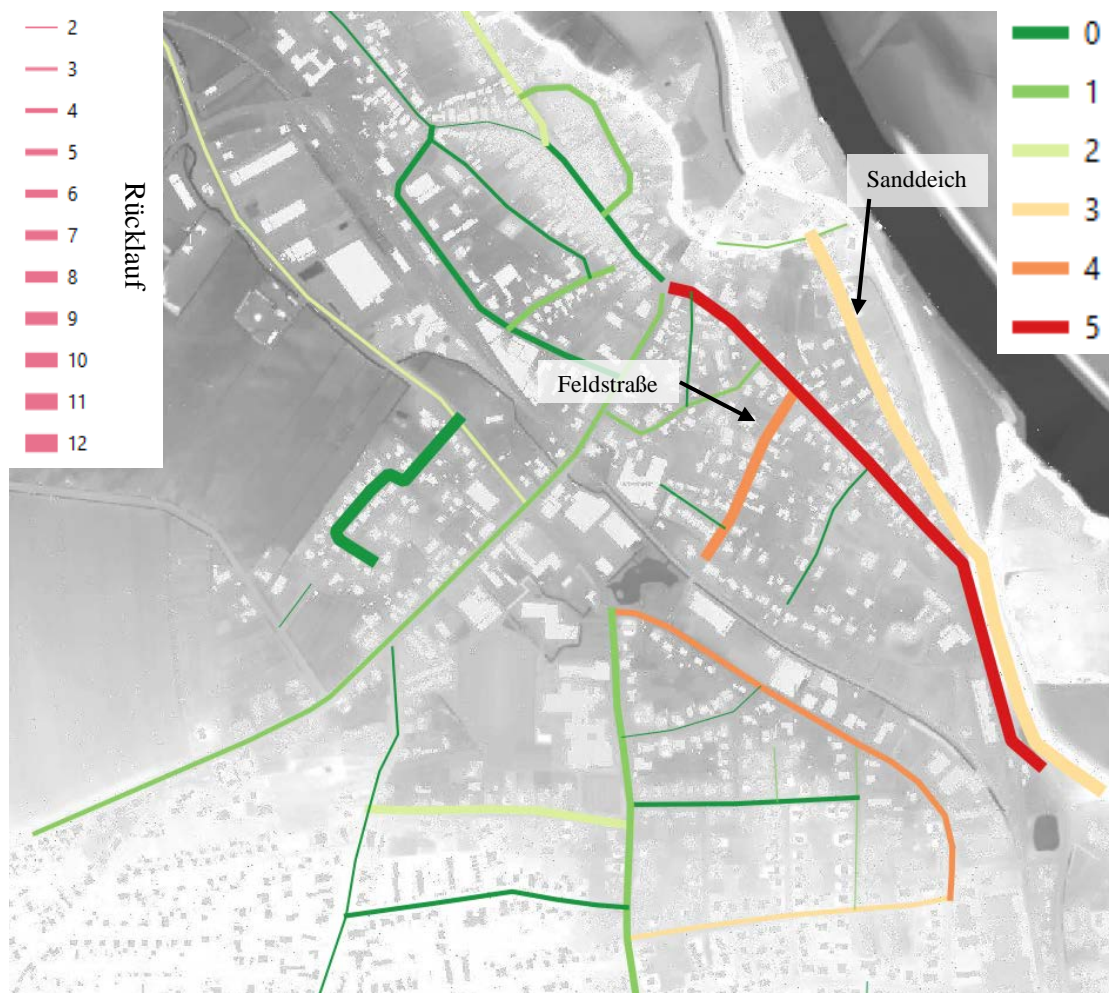


Abbildung 6.2: Verortung der in der Befragung genannten Flusshochwasserschäden. Die farbige Skala rechts gibt die Anzahl der Schäden wieder. Die in der linken Skala in pink verdeutlichte Strichdicke zeigt an, wie stark der Rücklauf von Fragebögen durch Anwohner dieser Straße war. Entsprechend stark ist die farblichen Hervorhebung der Straße eingezeichnet.

Schäden durch übergelaufene Regenrinnen

Acht der 92 Haushalte, die bereits übergelaufene Regenrinnen durch Starkniederschlagsereignisse erlebt haben, befinden sich in der Moorweide, einem Neubaugebiet, dass sich seit 2000 östlich des Stadtzentrums entwickelt. Ein möglicher Zusammenhang der Ergebnisse könnte daher mit dem Baujahr und der Konstruktion der Häuser bestehen. Für eine fundierte Prüfung dieser Hypothese ist die Datengrundlage jedoch zu gering.

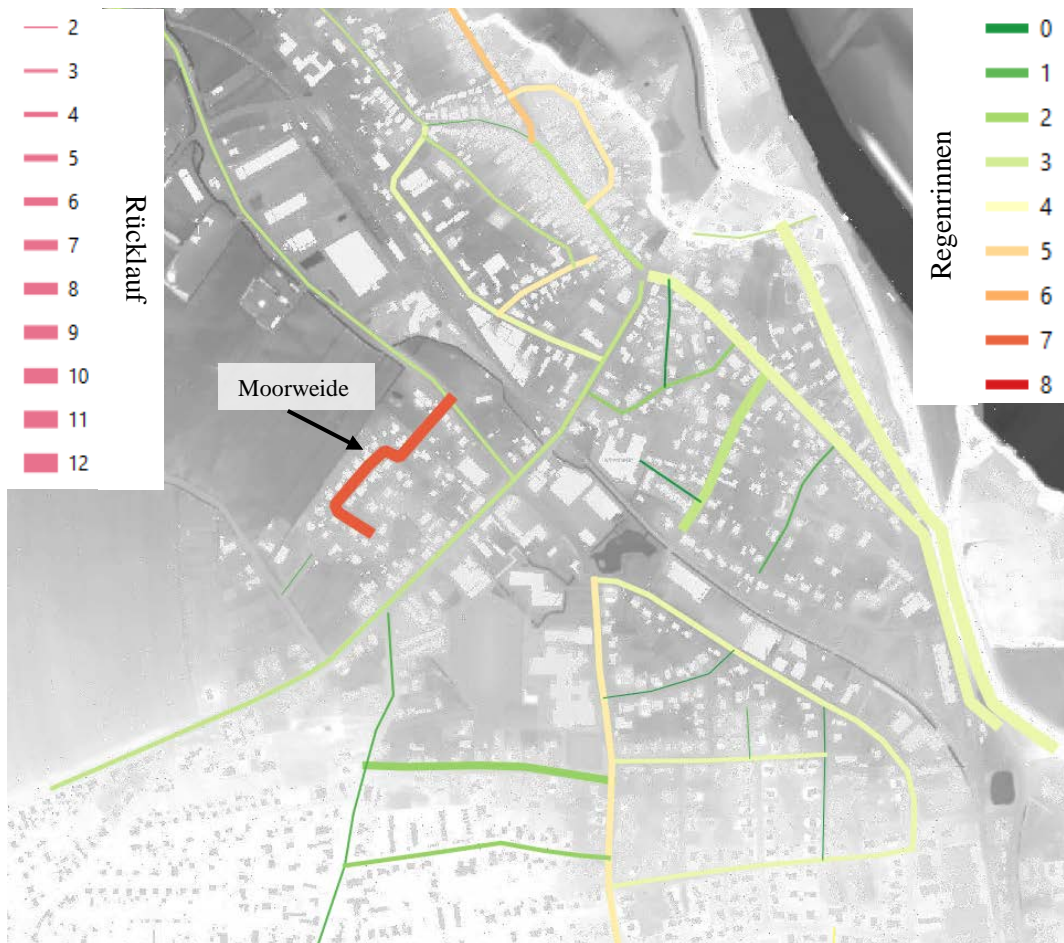


Abbildung 6.3: Verortung der in der Befragung genannten Schäden durch übergelaufene Regenrinnen nach einem Starkregenereignis. Legende wie in Abbildung 6.2.

Schäden durch Kellervernässung

90 der 162 Befragten gaben an, dass es in ihrem Haus schon einmal zu einer Vernässung des Kellers durch Grundhochwasser gekommen ist. An dieser Stelle ist ebenfalls die Fritz-von-dem-Berge-Straße hervorzuheben. Von elf Rückläufen aus dieser Straße antworteten neun Haushalte, dass sie bereits von Wasser im Keller betroffen waren. Des Weiteren wurden – ähnlich wie bei den Hochwasserschäden – einige Fälle aus der Feldstraße genannt (6 von 10 Rückläufen). Kellervernässungen

sind ebenfalls in der Schlosstraße im Norden von Bleckede (6 von 7 Rückläufen) sowie in der Industriestraße (5 von 6 Rückläufen) vermehrt aufgetreten.

Bei 10 der insgesamt 90 angegebenen Fällen von Kellervernässungen liegt das Gebäude laut Angabe der Befragten in einer Senke. Jedoch ist es auch zu Kellervernässungen in Haushalten gekommen, bei denen sich das Gebäude nicht in einer Senke befindet. Das in untergelegte Digitale Geländemodell zeigt, dass die häufig betroffenen Straßen im tiefer gelegenen Norden von Bleckede liegen. Auch der Kanalrückstau und überlaufendes Wasser durch Toiletten und Waschbecken wurden im tieferen Gelände häufiger genannt, als im höher liegenden Süden des Befragungsgebietes. Die Ergebnisse lassen zudem den Schluss zu, dass es nicht relevant ist, ob das Erdgeschoss unter der Geländekante liegt. Das Erdgeschoss von elf betroffenen Häusern mit Kellervernässung liegt unter der Geländeoberkante, während bei 78 weiteren Betroffenen sich das Erdgeschoss oberhalb befindet.

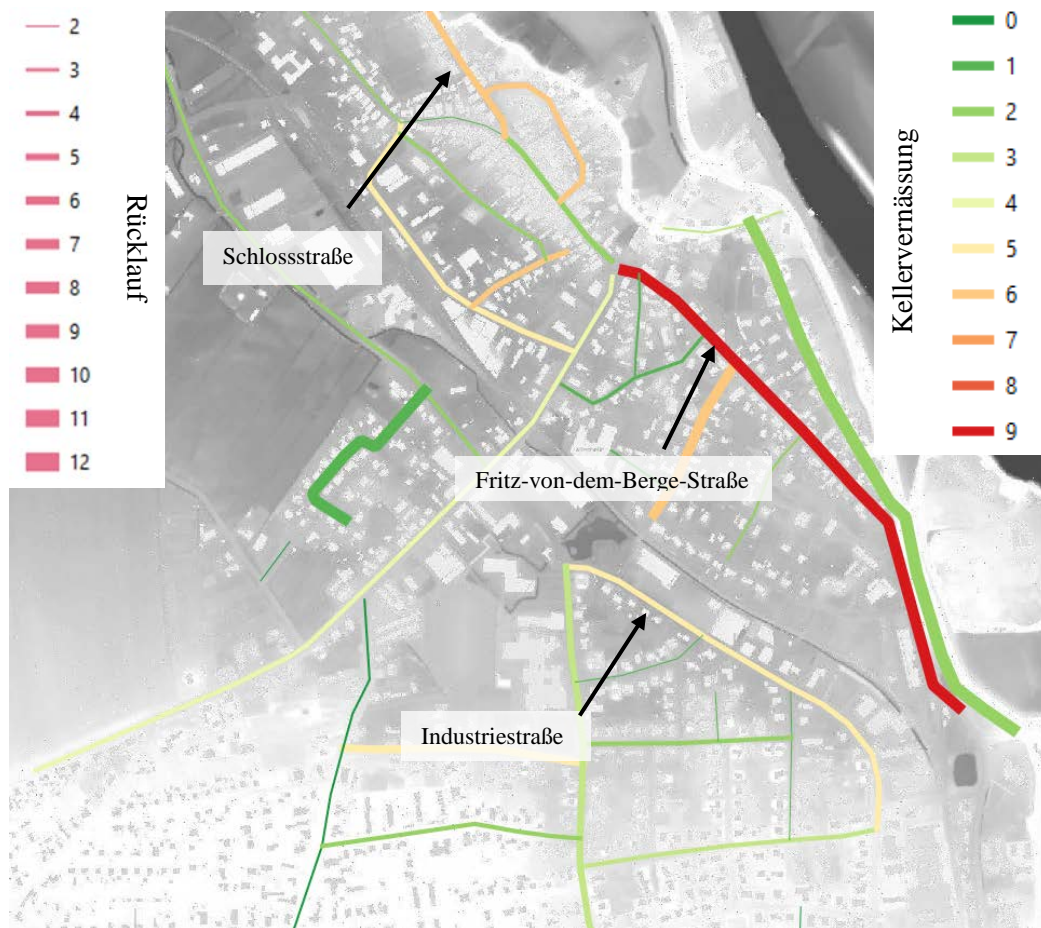


Abbildung 6.4: Verortung der in der Befragung genannten Schäden durch Kellervernässungen in Folge von Grundhochwasser. Legende wie in Abbildung 6.2.

Hochwasserschutzmaßnahmen

Unabhängig davon, ob die Haushalte bereits Erfahrungen mit hydro-meteorologischen Ereignissen gemacht haben oder nicht, haben Teile der Bevölkerung Schutzmaßnahmen getroffen. Die Befragung zeigt, dass dies für 42 der 162 befragten Haushalte zutrifft.

Dabei existiert ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Schäden und dem Ergreifen einer Maßnahme. Befragte, die bereits Schäden durch Hochwasser erfahren haben, ergreifen demnach eher Maßnahmen als Personen, die bisher noch nicht von Schäden betroffen waren. Von den 35 Haushalten, die bereits Hochwasserschäden hatten, hat etwa die Hälfte bereits Schutzmaßnahmen umgesetzt.

Zwölf der Haushalte wiederum geben an, die Maßnahmen nach einem Schaden durchgeführt zu haben. Neun Haushalte haben Maßnahmen unabhängig von einem bestimmten Ereignis umgesetzt. Im Gegensatz dazu haben nur 17% der Haushalte, die bisher keine Schäden erfahren haben, Maßnahmen ergriffen. Die umgesetzten Maßnahmen betreffen beispielsweise die Heizung, Abdichtungen oder die Gebäudekonstruktion. Acht Haushalte gaben an, Pumpen installiert zu haben, fünf weitere haben Drainagen eingerichtet.

Kein signifikanter Zusammenhang ist zwischen dem Ergreifen von Maßnahmen und dem Gebäudetyp oder der Lage des Hauses abzuleiten.

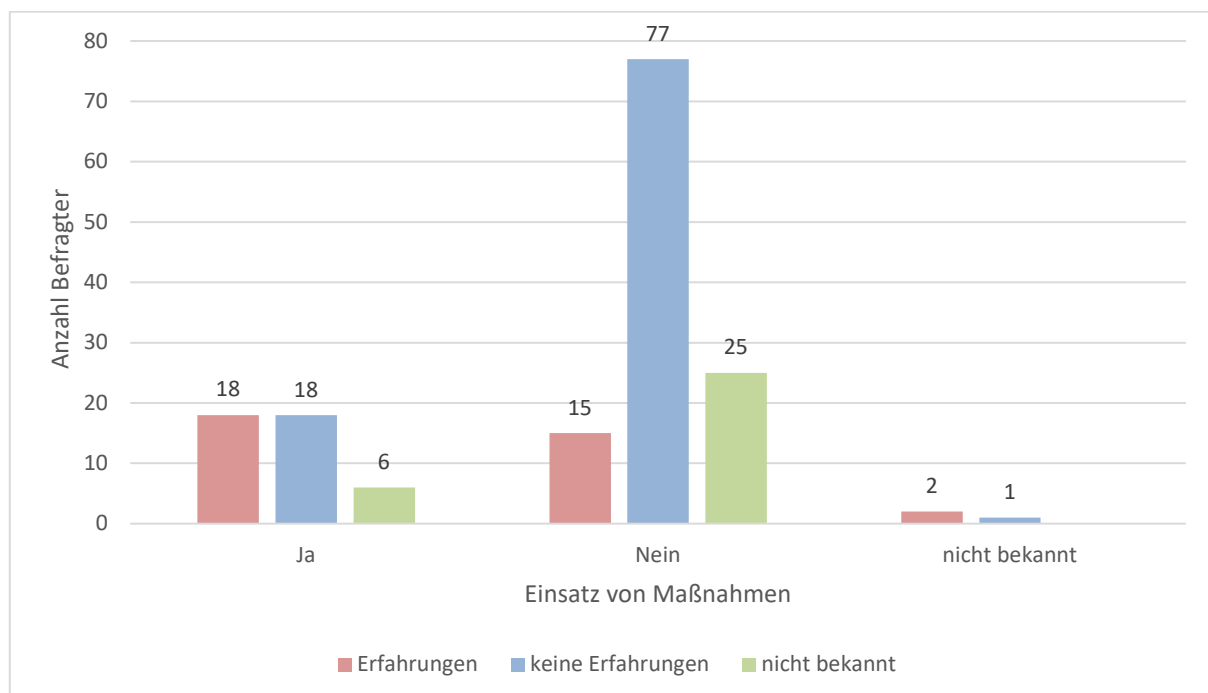


Abbildung 6.5: Zusammenhang zwischen dem Ergreifen von Hochwasserschutzmaßnahmen und bisherigen Erfahrungen mit Hochwasserschäden.

Einschätzung des eigenen Informationsstands

Die Befragung zeigt auch, dass 38% aller Befragten ihren eigenen Informationsstand bezüglich Flusshochwasser als gut (20%) bis sehr gut (18%) einschätzen. Gleichzeitig fühlen sich 33% der Befragten nur ausreichend bis wenig über das Thema Flusshochwasser informiert. Die Umfrage zeigt zudem im Hinblick auf den Informationsstand zu Starkregen, dass fast die Hälfte aller Befragten diesen nur als ausreichend bis gering einschätzt. Hingegen gaben 20% an, gut bis sehr gut informiert zu sein. Der Informationsstand zum Umgang mit Starkniederschlägen ist insgesamt signifikant geringer als im Hinblick auf Flusshochwasser (Abbildung 6.6).

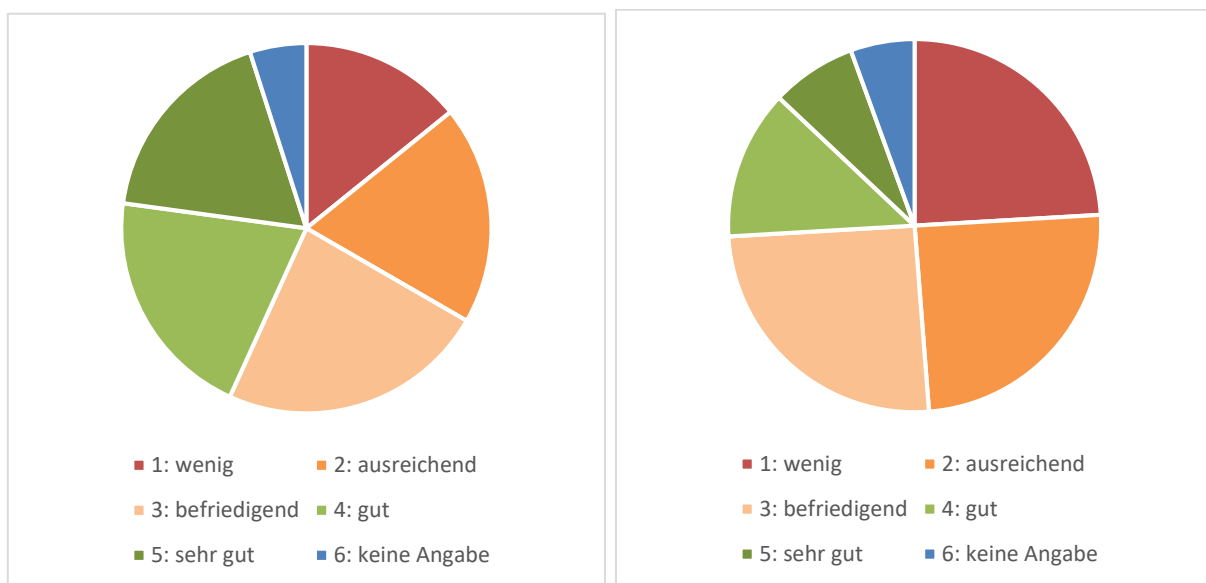


Abbildung 6.6: Informationsstand aller Befragten zu Flusshochwasser (links) und zu Starkregen (rechts).

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass 50% der Personen, die eine Maßnahme ergriffen haben, sich gut bis sehr gut informiert fühlen. Hingegen haben 30% bei dieser Selbsteinschätzung einen ausreichenden bis geringen Informationsstand angegeben. Bei dem Anteil der Befragten, die noch keine Maßnahme umgesetzt hat, zeigt sich eine gleichmäßige Verteilung des Informationsstandes (Abbildung 6.7).

Im Hinblick auf die Lage im Ort oder den Gebäudetyp und den Kenntnisstand zeigen statistische Tests keinen signifikanten Zusammenhang.

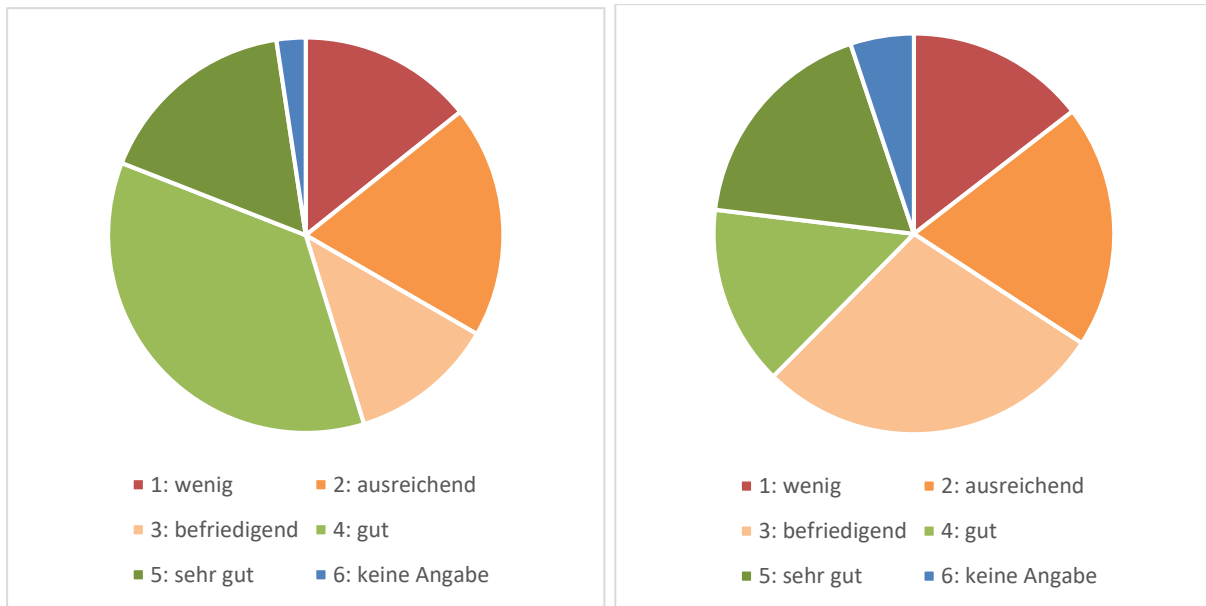


Abbildung 6.7: Informationsstand zu Flusshochwasser, bei den Befragten, die bereits eine Maßnahme ergriffen haben (links) und denen, die keine Maßnahme umgesetzt haben (rechts).

Ausgehend von diesen Befragungsergebnissen und mit dem Ziel, auch hier den Informationsstand zu verbessern, entwickelten das GERICS und die Stadt Bleckede gemeinsam einen Informationsflyer für Hausbesitzer zu Starkregen und Sturzfluten.⁶ Neben einer kurzen Übersicht zu Starkregen und zu den zukünftig zu erwartenden Klimaänderungen in der Region informiert der Flyer auch über mögliche Zutrittswege von Wasser in Gebäude. Er bietet damit eine gute Grundlage zur Selbsteinschätzung der Gebäudegefährdung. Zudem enthält die Broschüre Tipps zur Vorsorge und dem Verhalten im Schadensfall, fasst zentrale Aspekte der Versicherbarkeit von Schäden zusammen und weist auf Informationsmöglichkeiten in Form von Smartphone-Apps, aber auch auf lokale Notfallnummern hin.

⁶ Der Flyer ist auf der GERICS-Homepage online frei verfügbar: https://www.gerics.de/imperia/md/content/csc/gerics/gerics_bleckede_flyer_starkregen_druckversion_2-seitig.pdf

7. Fazit und Handlungsempfehlungen

Zusammen mit der Stadt Bleckede hat das Climate Service Center Germany (GERICS) unter Anwendung des modular aufgebauten GERICS-Stadtbaukasten insbesondere das Abflussverhalten von Starkniederschlägen im Stadtgebiet von Bleckede untersucht. Dazu wurde die Modulgruppe „Wasser in der Stadt“ herangezogen. Durch die Modellierung der oberirdischen Abflusswege des Regenwassers wurden mögliche Auswirkungen von Starkniederschlägen simuliert. Zudem wurde eine schriftliche Befragung von 600 Haushalten durchgeführt. Die Ergebnisse beider Aktivitäten zeigen, dass die zentralen Fragen unter Berücksichtigung der spezifischen praktischen Bedarfe in der Stadt erfolgreich adressiert werden konnten.

Insbesondere hat sich gezeigt, dass die in den WOLK-Modellkarten dargestellten Ergebnisse ein wichtiges Hilfsmittel sind, um potenziell durch Starkregenereignisse beeinflusste oder gefährdete Bereiche zu identifizieren und Zuflüsse sowie Strömungswege im Stadtgebiet nachzuvollziehen. Zudem konnte gezeigt werden, dass das Modell auch besonders relevante Hot-Spots exakt identifizieren konnte, was sowohl durch die Ergebnisse der Bürgerbefragung als auch durch frühere Beobachtungen von Überflutungen und Schäden bestätigt wurde.

Im Rahmen der Modellierung wurde die WOLK-Software prototypisch eingesetzt. Aus den Ergebnissen und den darauf aufbauenden ergänzenden Diskussionen mit Vertretern der Stadt Bleckede lassen sich für das methodische Vorgehen folgende Einschätzungen und Hinweise ableiten:

- Die Modellierung ermöglicht es, mit relativ geringem Aufwand einen Überblick über die Starkregengefährdung auch größerer Flächen zu gewinnen und lässt Rückschlüsse auf die Mechanismen der Überflutungsereignisse zu.
- Für die Modellierung werden keine Datenaufbereitung und Erfassung des bestehenden Entwässerungssystems benötigt.
- Die Modellergebnisse basieren auf einer rein akkumulierenden Berechnung auf Grundlage der topographischen Daten.
- Eine Berechnung von Fließgeschwindigkeiten und Strömungseffekten sowie der Kanalisation ist bei diesem Ansatz nicht möglich.
- Die in Kartenform dargestellten Ergebnisse ermöglichen es, unmittelbar und anschaulich relevante Gefährdungsbereiche in der Stadt zu identifizieren.
- In einem zusätzlichen zweiten Schritt sind – aufbauend auf den Modellierungsergebnissen für die relevanten Bereiche – Optionen für weitergehende Analysen und Möglichkeiten der Entwicklung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen zu prüfen und gegebenenfalls durchzuführen (z.B. Schutz- oder Sanierungsmaßnahmen).

Als mögliche Anpassungsmaßnahmen sind eine Vielzahl technischer Schutzmaßnahmen denkbar, wobei in jedem Einzelfall zu prüfen ist, welche Maßnahmen durchführbar und angemessen sind. Unter Umständen kann Regenwasser in Siedlungsgebieten so abgeleitet werden, dass Überschwemmungen und damit einhergehende Beeinträchtigungen des alltäglichen Lebens und wirtschaftliche Schäden verhindert werden können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt, der sich vor allem bei dem hier gewählten Vorgehen sehr deutlich gezeigt hat, ist die große Bedeutung der Pflege zentraler Elemente der Stadtentwässerung, wie der Bruchwetter in Bleckede. Ein erster wichtiger Schritt ist somit die Intensivierung dieser Pflege als auch die Pflege anderer Wasserabläufe, um ein Zuwachsen und damit verbundener Risiken zu vermeiden.

Darüber hinaus sollten bereits bei der Planung zukünftiger Bauprojekte auch Aspekte des zu erwartenden Abflussverhaltens von Niederschlägen berücksichtigt werden. Bei der Ausweisung eines Neubaugebietes ist beispielsweise zu prüfen, ob zusätzliche Regenrückhaltebecken eingeplant werden sollten. Ein anderes Beispiel ist die mögliche Instandhaltung der Wasserinfrastrukturen, im Zuge derer auch die Auslegung der Rohre dahingehend zu prüfen ist, ob sie den zu erwartenden zukünftigen Anforderungen genügt.

Vor dem Hintergrund der praktischen Gefährdungsabschätzung und Ableitung von möglichen Anpassungsmaßnahmen hat sich auch am Beispiel der Stadt Bleckede gezeigt, dass eine tatsächliche Gefährdung im Detail wesentlich von den örtlichen Gegebenheiten abhängt. So können beispielsweise Lichtschächte für Kellerräume bei günstiger baulicher Situation vor dem Eindringen von aufgestautem Niederschlagswasser schützen, bei ungünstiger Bauweise aber auch eine Überflutung der Keller ermöglichen. Standardisierte Empfehlungen können daher generell nicht abgeleitet werden. Anpassungsmaßnahmen müssen jeweils individuell entwickelt und an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden.

Basierend auf den hier durchgeführten Simulationen können für die Stadt Bleckede die folgenden Maßnahmen für eine Anpassung an zukünftig Starkregenereignisse und Sturzfluten vorgeschlagen werden, um im Zuge dessen das Schadensrisiko zu reduzieren:

- Optimierung des Abflussverhaltens der Bruchwetter durch verstärkte Pflegemaßnahmen oder auch die abschnittsweise Erweiterung des Durchflussquerschnitts.
- Anschluss stauender Flächen an Vorfluter wie beispielweise die Bruchwetter.
- Anlegen von zusätzlichen Retentionsräumen.
- Berücksichtigung von Vorsorgemaßnahmen im Rahmen der Ausweisung von Neubaugebieten und der Durchführung von Neubauten.

- Langfristige Anpassung der Kanalisation an neue klimawandelbedingte Herausforderungen.
- Planung und Umsetzung von zusätzlich Schutzmaßnahmen in besonders gefährdeten Bereichen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist es, auch die Bevölkerung zu sensibilisieren. Grundstückseigentümer beispielsweise sollten in Bezug auf Starkregen dahingehend informiert werden, was sie präventiv tun können, um gut vorbereitet zu sein. Hierzu wurde im Rahmen des Vorhabens ein Informationsflyer erstellt.

Jedoch muss betont werden, dass beispielsweise einige städtische Bereiche durch eine verbesserte städtische Pflege der Bruchwetter nicht vor hydrologischen Ereignissen geschützt werden können. Auch – und besonders – hier ist eine eigenverantwortliche Vorsorge der Grundstückseigentümer notwendig. Hierzu gehört es, sicherzustellen, dass Regenwasser auf dem eigenen Grundstück versickern kann, beispielsweise durch die Pflege von Drainagen oder Abflussrinnen.

Eine Auswertung online verfügbarer Einsatzdaten der Feuerwehr in Bleckede zeigt, dass bereits wichtige Informationen zu bisherigen Einsätzen vorliegen, die durch Extremwetterereignisse verursacht wurden. Es wird empfohlen, entsprechende Einsätze noch detaillierter zu dokumentieren. Diese Daten könnten künftig beispielsweise Modellberechnungen oder Veränderungen zentraler Klimaparameter gegenübergestellt werden, um Anpassungsmaßnahmen besser bewerten zu können.

8. Literatur

Bender, S., Brune, M., Cortekar, J., Groth, M. und Remke, T. (2017): Anpassung an die Folgen des Klimawandels in der Stadtplanung und Stadtentwicklung – Der GERICS-Stadtbaukasten. GERICS-Report 31. Climate Service Center Germany (GERICS), Hamburg.

Bender, S. und Bülow, K. (2018): Klimawandel und Wasserversorgung: Folgen, Risiken und Anpassungsbedarf. <https://www.energie-wasser-praxis.de/wissen/artikel/klimawandel-und-wasserversorgung-folgen-risiken-und-anpassungsbedarf/>. (letzter Zugriff 06.08.2019).

Bender, S. und Schaller, M. (2014): Vergleichendes Lexikon – Wichtige Definitionen, Schwellenwerte und Indices aus den Bereichen Klima, Klimafolgenforschung und Naturgefahren“ (zweite ergänzte Fassung) – Climate Service Center Germany, Hamburg.

BfG (2006): Das Hochwasser der Elbe im Frühjahr 2006. BfG-Bericht 1514, 43 S. (Hrsg. Bundesanstalt für Gewässerkunde).

BGR (2016): Regionale Hydrogeologie von Deutschland. Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung. Geologisches Jahrbuch Reihe A, Heft 163, 456 S. (Hrsg. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

Brasseur, G.P., Jacob, D. und Schuck-Zöller, S. (Hrsg.) (2017): Klimawandel in Deutschland - Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven. Springer, Berlin und Heidelberg.

DIN (1994): DIN 4049-3, Hydrologie – Teil 3: Begriffe zur quantitativen Hydrologie, 80 S.

GDV (2016): Naturgefahrenreport 2016, (Hrsg.: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.), 53 S.

Golder Associates (2011): Dokumentation des Hochwasserereignisses 2011 in der Altstadt von Lauenburg/Elbe. – Bericht-NR. 115055300986, 61 S.

Jacob, D., Blome, T., Bülow, K., Kriegsmann, A., Petersen, J., Pfeifer, S., Rechid, D. und Steuri, B. (2018a): Die Metropolregion Hamburg in einer wärmeren Welt – Regionale Klimaänderungen unter verschiedenen globalen Erwärmungsraten. Climate Service Center Germany (GERICS), Hamburg. https://www.gerics.de/imperia/md/images/csc/images/specials/gerics_flyer_hamburg_globale_erwaermung.pdf. (letzter Zugriff 06.08.2019).

Jacob, D., Blome, T., Bülow, K., Fischer-Bruns, I., Hoffmann, P., Kriegsmann, A., Otto, J., Petersen, J., Pfeifer, S., Rechid, D., Steuri, B. und Viktor, E. (2018b): Die Metropolregion Hamburg in einer +1,5°C wärmeren Welt – Vom Alten Land bis zum Michel. Climate Service Center Germany (GERICS), Hamburg. https://www.gerics.de/imperia/md/images/csc/images/specials/181107_gerics_ipcc_flyer_hamburg_sr15_final_digital.pdf. (letzter Zugriff 06.08.2019).

Kluck, J., Claessen, E.G., Blok, G.M. und Boogaard, F.C. (2010): Modeling and mapping of urban storm water flooding. Communication and prioritizing actions through mapping urban flood resilience. Lyon France: GRAIE.

Krasny, J. (1993): Classification of Transmissivity Magnitude and Variation. In: Groundwater, Vol. 31: 230-236.

LBEG (2016): Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500.000. Entnahmebedingungen in den grundwasserführenden Gesteinen. Ausgabe vom 21.04.2016. (Hrsg. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie).

Meinke, I., Rechid, D., Tinz, B., Maneke, M., Lefebvre, C. und Isokeit, E. (2017): Klima der Region – Zustand, bisherige Entwicklung und mögliche Änderungen bis 2100. In: Meinke, I., von Storch, H. und Claußen, M. (Hrsg.): 2. Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland: 15-36.

Meinke, I., Weisse, R. und von Storch, H. (2011) Regionale Klimaszenarien in der Praxis – Beispiel Norddeutschland. Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Geesthacht, 6 S.

NIBIS® Kartenserver (2014a): Bodenübersichtskarte (1:50.000). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS® Kartenserver (2014b): Geologische Karte (1:25.000). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS® Kartenserver (2014c): Lage der Grundwasseroberfläche (1:50.000). Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NIBIS® Kartenserver (2014d): Geologische und hydrogeologische Bohrungen. Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Hannover.

NLWKN – Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2011): Leicht sinkende Pegelstände an der Elbe. Lagezusammenfassung vom 24. Januar 2011/. http://www.nlwkn.niedersachsen.de/live/live.php?navigation_id=7903&article_id=93639&_psmand=26 (letzter Zugriff 06.08.2019).

Rechid, D., Petersen, J., Schoetter, R. und Jacob, D. (2014): Klimaprojektionen für die Metropolregion Hamburg. Berichte aus den KLIMZUG-NORD Modellgebieten, Bd. 1. TuTech, Hamburg.

Rudolf, B. und Rapp, J. (2002): Das Jahrhunderthochwasser der Elbe. In: Klimastatusbericht 2002, DWD Offenbach 2003.

SLUG (2003): Einfluss des Augusthochwassers 2002 auf das Grundwasser, 48 S. (Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie).

Tauw (2018): Naturrisiko Starkniederschläge Stadt Bleckede - Erläuterungsbericht zur Modellierung mit der Software „WOLK“. Tauw GmbH, München. Projektnummer 1242812. Auftraggeber Helmholtz-Zentrum Geesthacht.

Von Storch, H., Meinke, I. und Claußen, M. (2017): Einleitung und Zusammenfassung, in: Meinke, I., von Storch, H. und Claußen, M. (Hrsg.): 2. Hamburger Klimabericht – Wissen über Klima, Klimawandel und Auswirkungen in Hamburg und Norddeutschland: 1-11.

Medienberichte:

Zeitungsbeitrag „So will Bleckede dem Starkregen trotzen“ am 30.01.2018 in der Hannoverschen Allgemeinen Zeitung: <https://www.haz.de/Nachrichten/Der-Norden/Uebersicht/So-will-Bleckede-in-Niedersachsen-dem-Starkregen-trotzen>

Radiobeitrag „Bleckede: Vorreiter beim Schutz vor Starkregen“ am 06.08.2018 auf NDR-Info: https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg_heide_unterelbe/Massnahmen-zum-Schutz-vor-Starkregen, Starkregen368.html

Fernsehbeitrag „Schutz gegen Starkregen: Bleckede beugt vor“ am 09.08.2018 im Rahmen der Fernsehsendung „Hallo Niedersachsen“ im NDR: https://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/hallo_niedersachsen/Schutz-gegen-Starkregen-Bleckede-beugt-vor, hallonds46018.html

Radiobeitrag „Starkregen – Wie sich Städte wappnen“ am 13.12.2018 auf Deutschlandfunk Kultur: https://www.deutschlandfunkkultur.de/starkregen-wie-sich-staedte-wappnen.976.de.html?dram:article_id=435883

Pressemitteilungen der Stadt Bleckede:

„Bürgerbefragung im Mai zu Überschwemmungen im Stadtgebiet von Bleckede“: https://www.bleckede.de/home/rathaus/aktuell/beispiel-seiten_kopie_kopie_kopie_kopie-1/buergerbefragung-im-mai-zu-ueberschwemmungen-im-stadtgebiet-von-bleckede.aspx

„Sehr gute Beteiligung an Bürgerbefragung zu Überschwemmungen“:
[https://www.bleckede.de/home/rathaus/aktuell/beispiel-seiten kopie kopie kopie kopie-1/sehr-gute-beteiligung-an-buergerbefragung-zu-ueberschwemmungen.aspx](https://www.bleckede.de/home/rathaus/aktuell/beispiel-seiten-kopie-kopie-kopie-kopie-1/sehr-gute-beteiligung-an-buergerbefragung-zu-ueberschwemmungen.aspx)

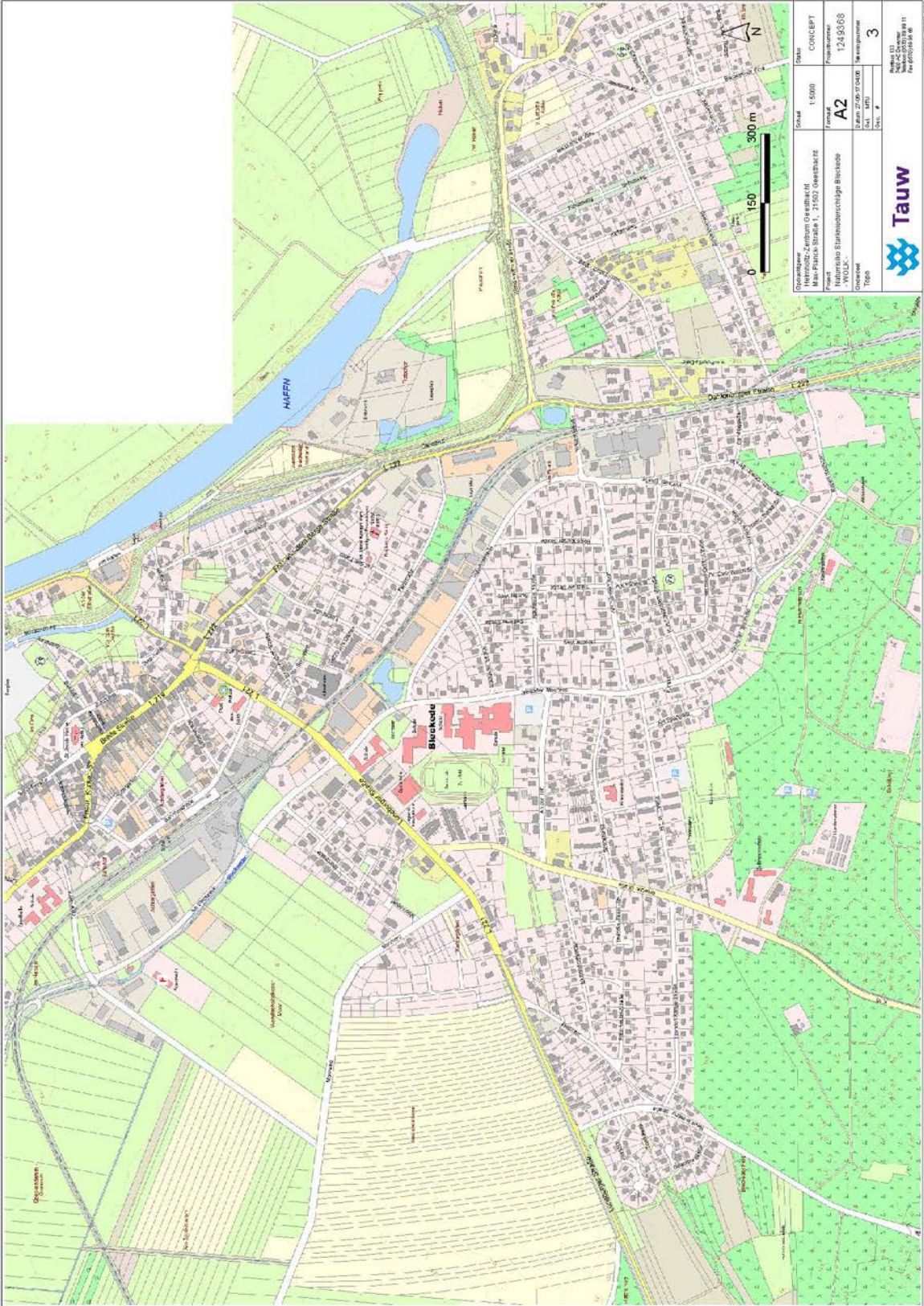
9. Anhang

Anhang 1: Rohkarte des Digitalen Geländemodells (DGM1)



Quelle: Tauw (2018).

Anhang 2: Rohkarte der Topographie



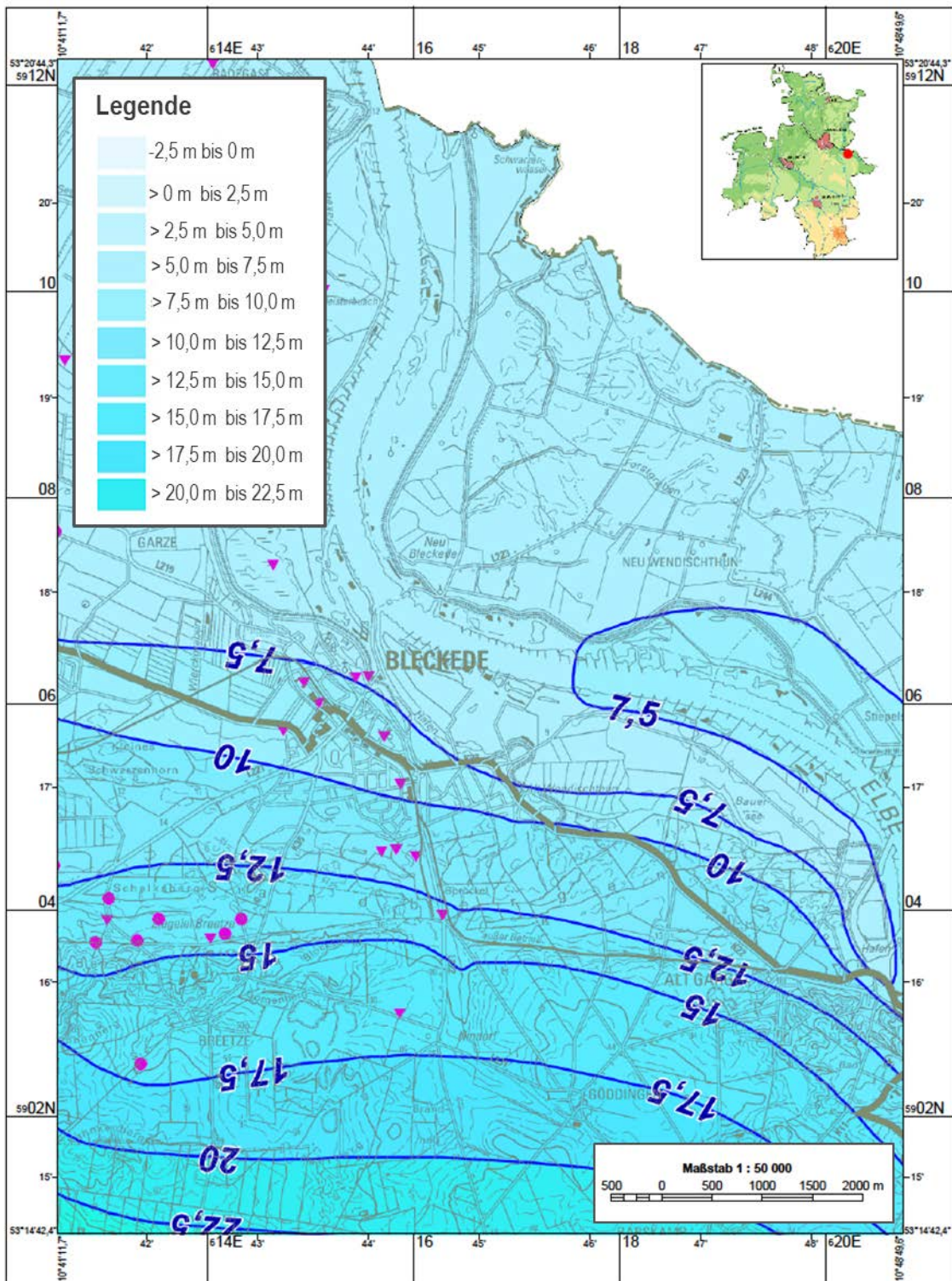
Quelle: Tauw (2018).

Anhang 3: Luftbild



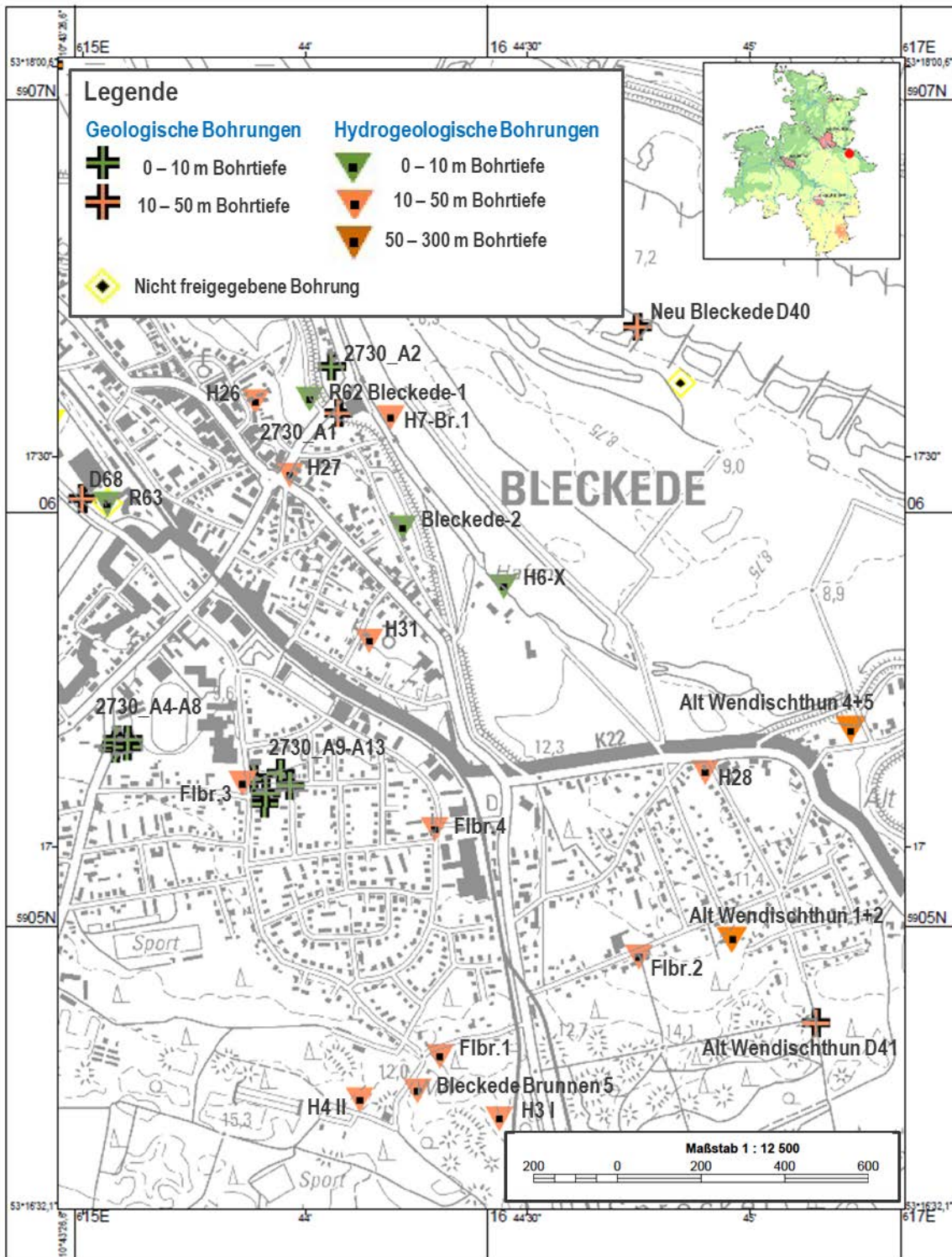
Quelle: Tauw (2018).

Anhang 4: Lage der Grundwasseroberfläche 1:50 000 (HK50)

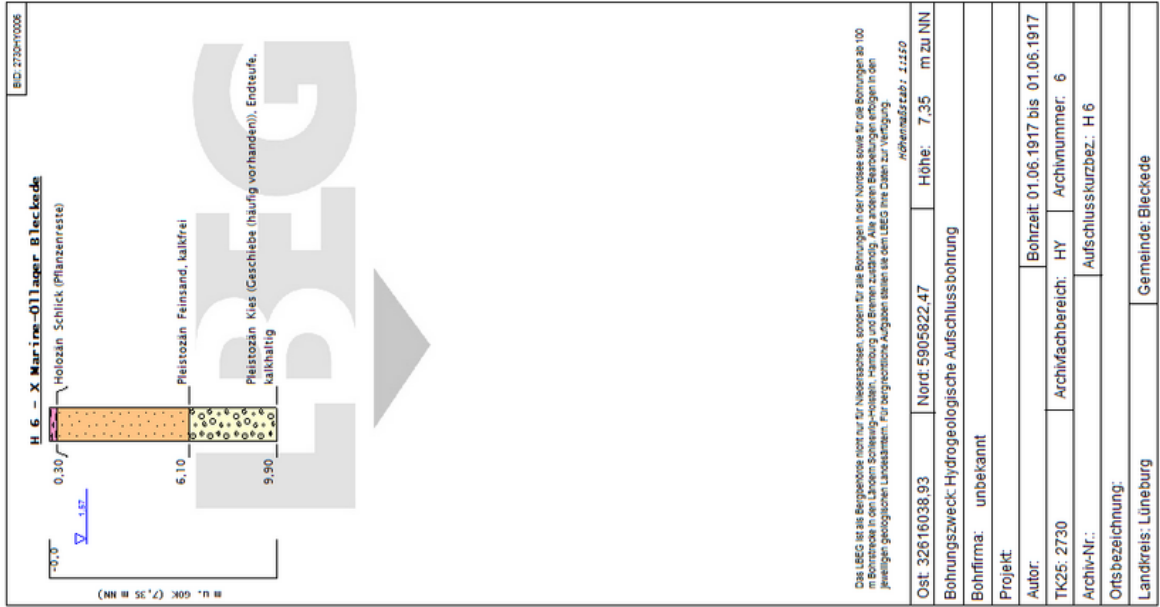
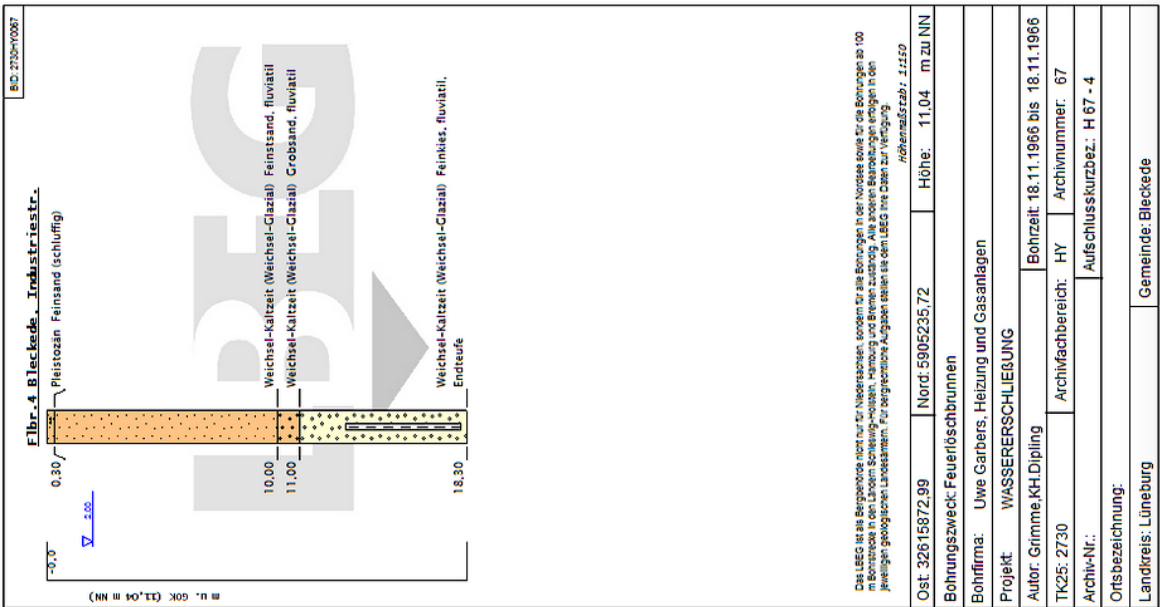
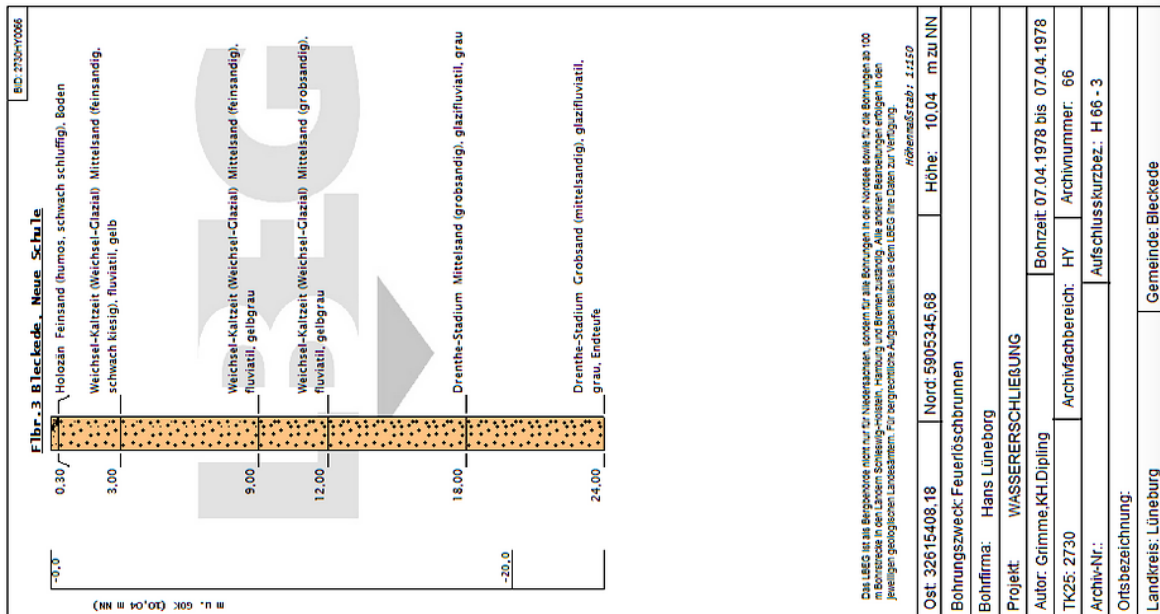


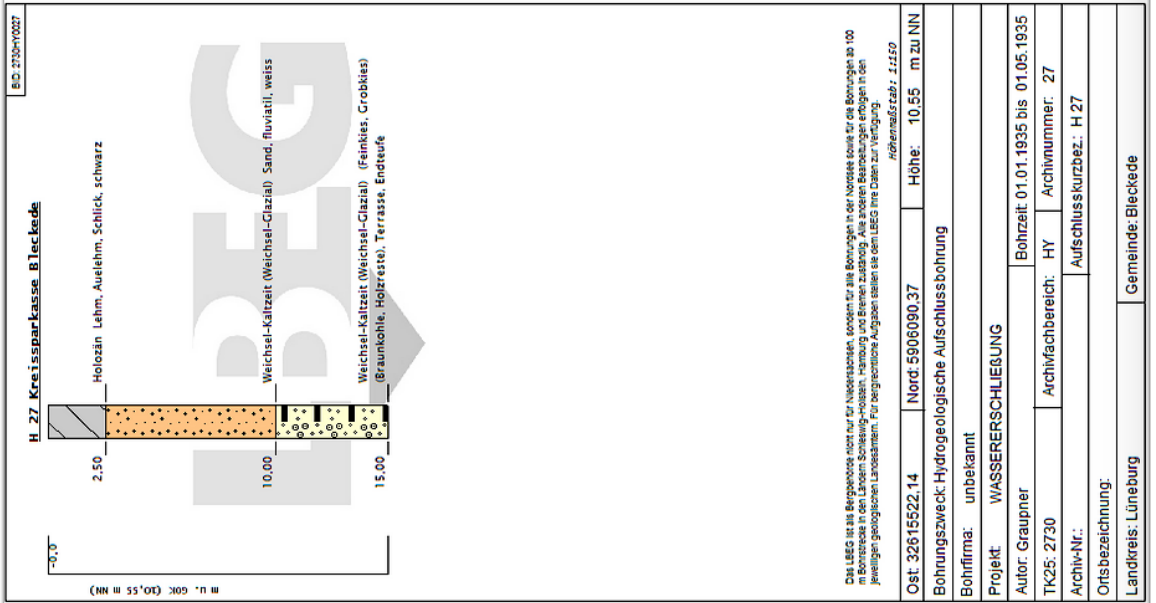
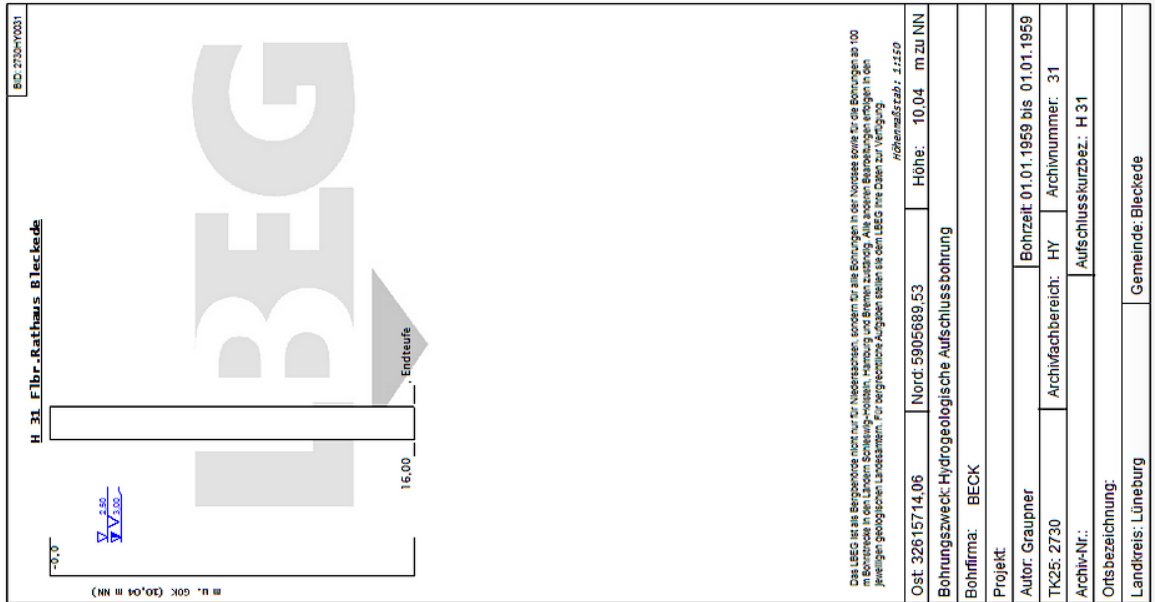
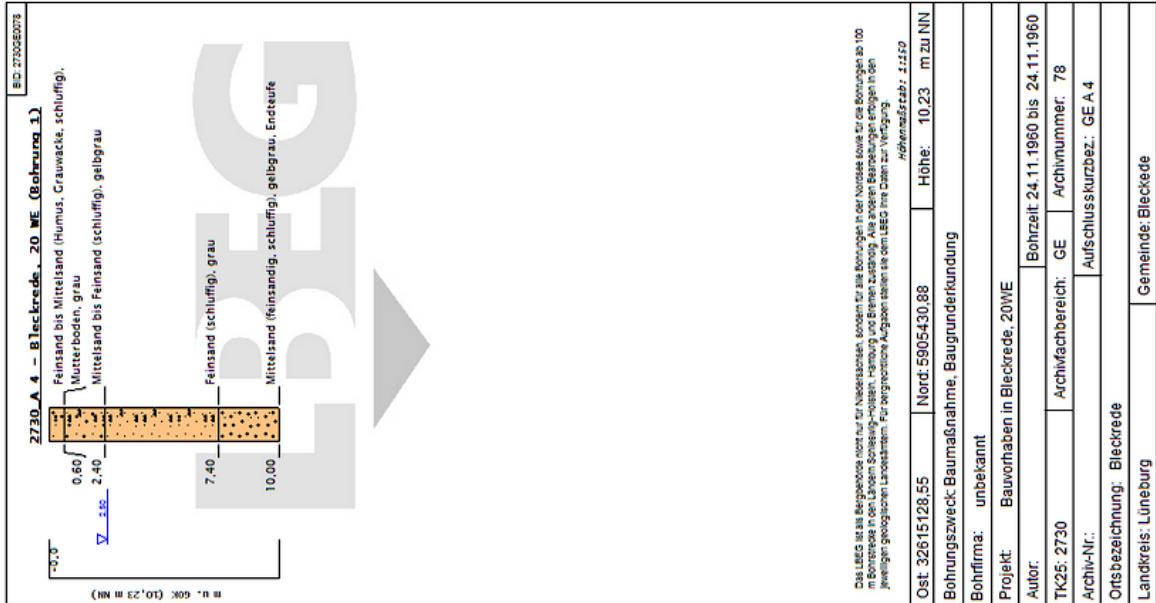
Quelle: NIBIS® Kartenserver (2014c).

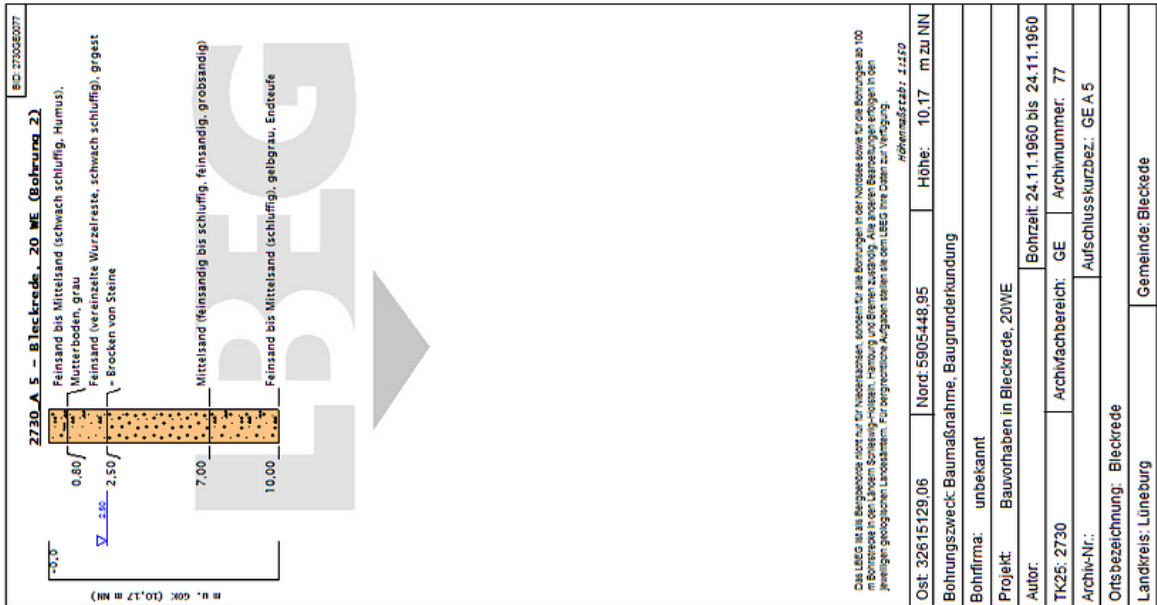
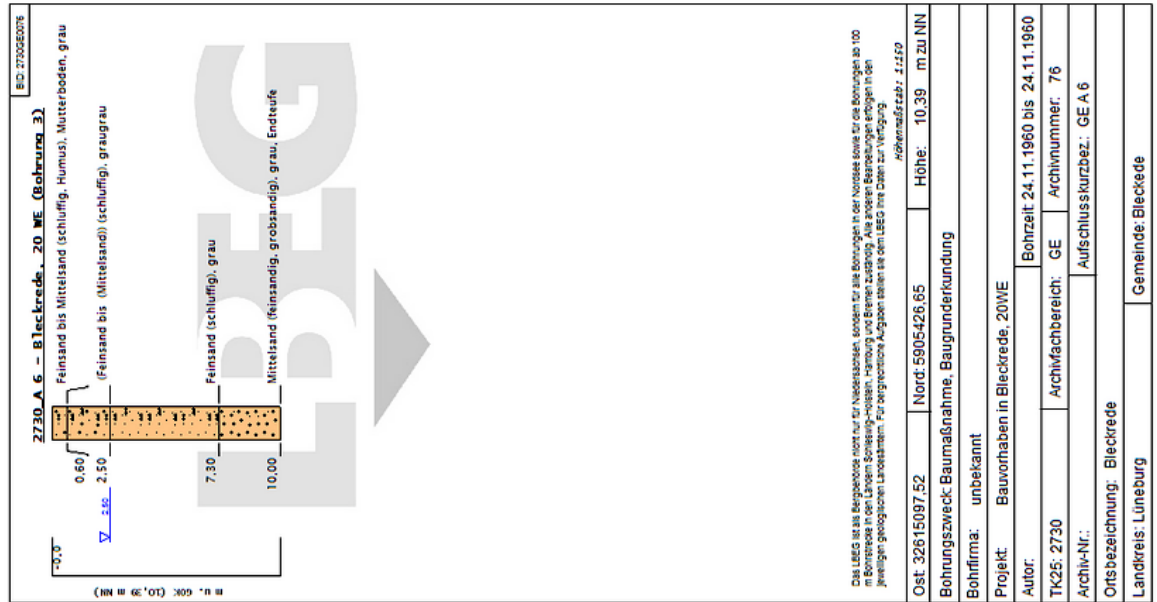
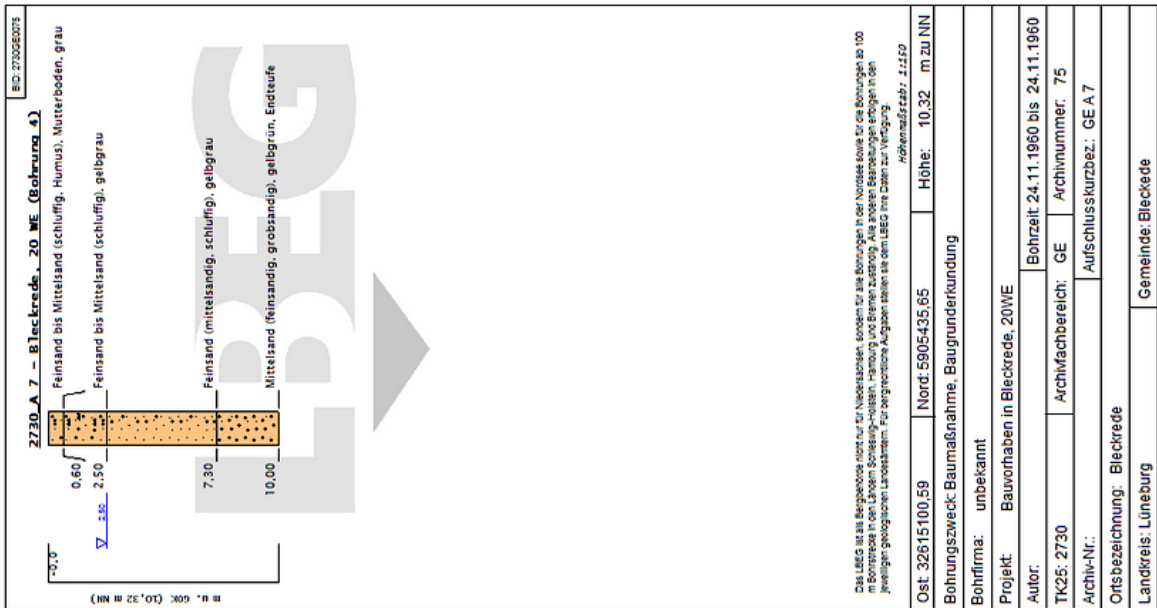
Anhang 5: Geologische und hydrogeologische Bohrungen

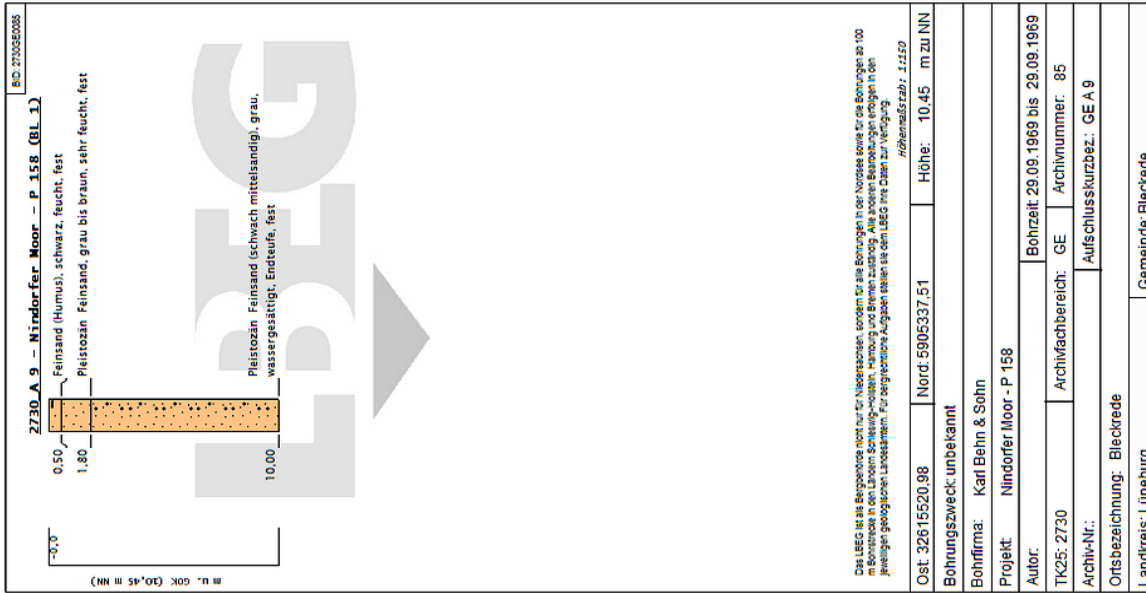


Quelle: NIBIS® Kartenserver (2014d).



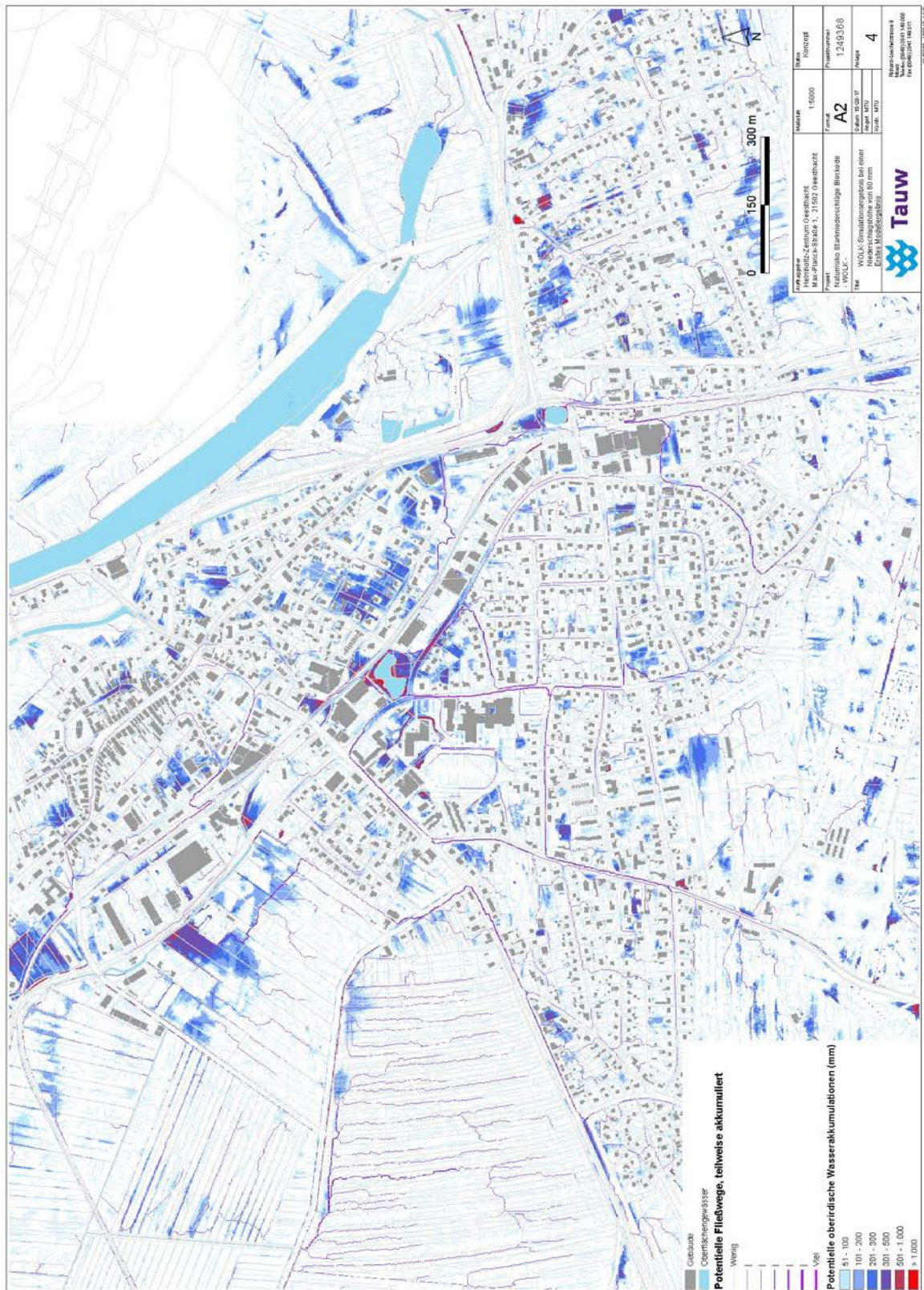






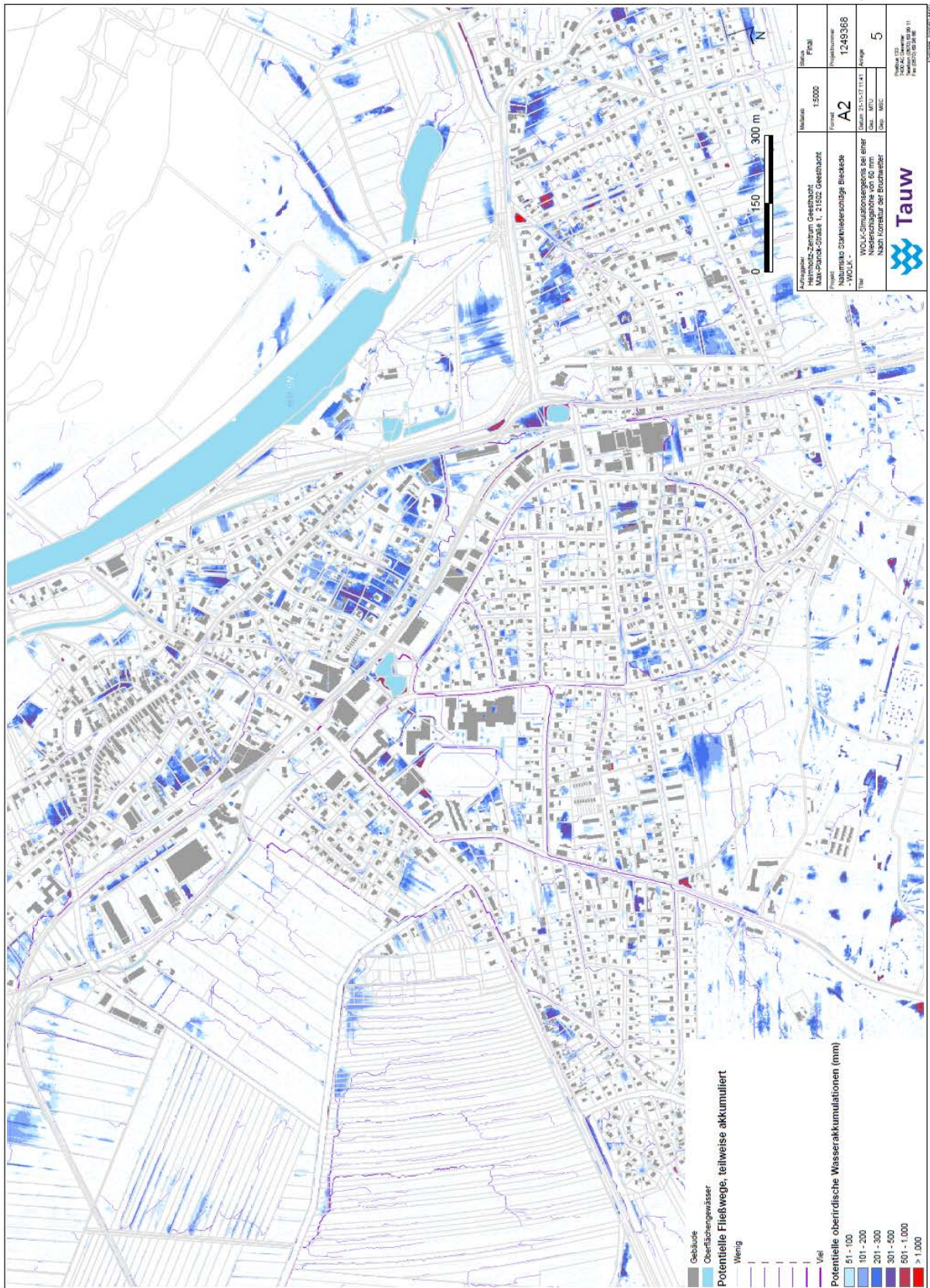


Anhang 6: Modellierungsergebnis mit einer nicht durchlässigen Bruchwetter



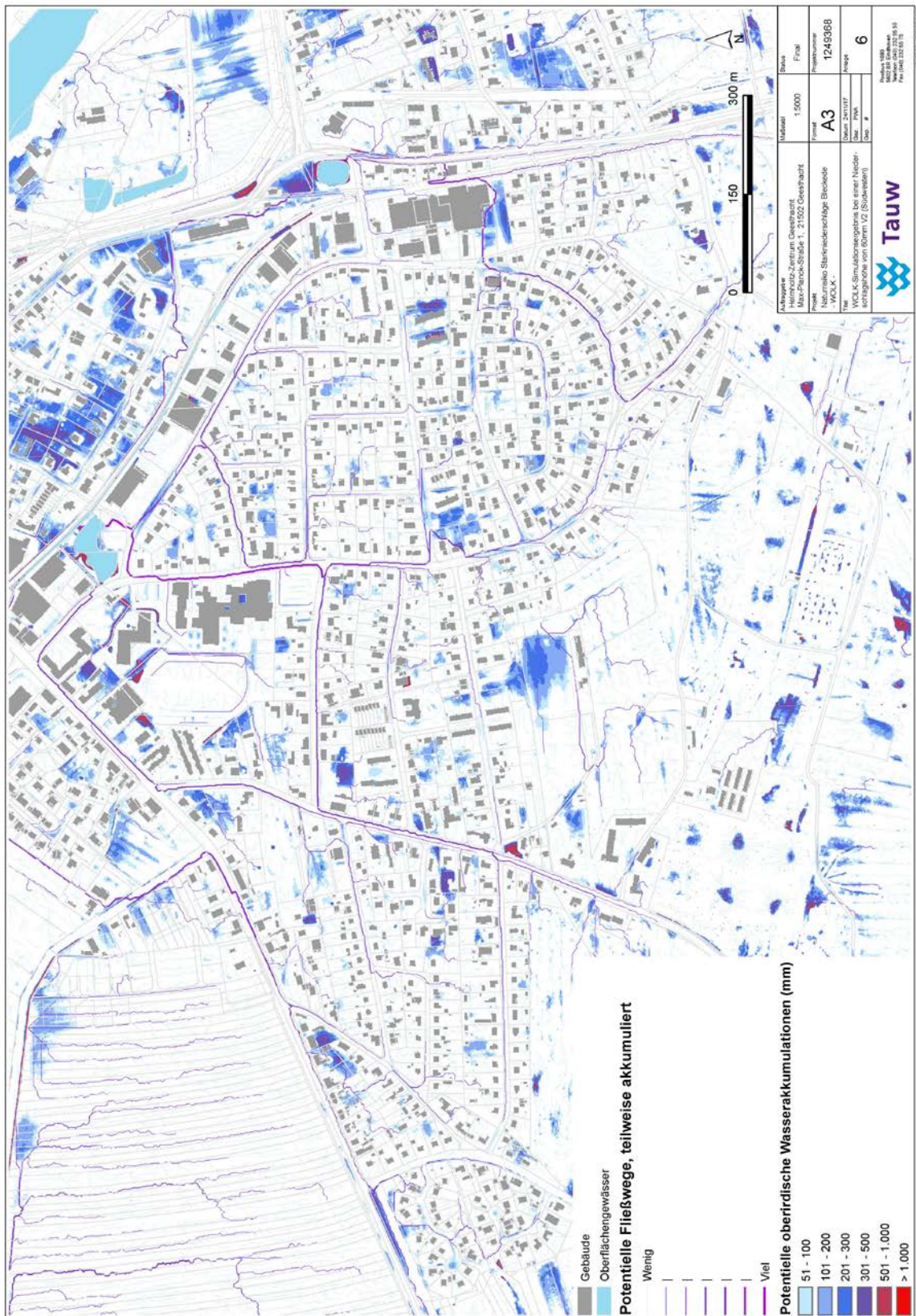
Quelle: Tauw (2018).

Anhang 7: Modellierungsergebnis mit einer durchlässigen Bruchwetter



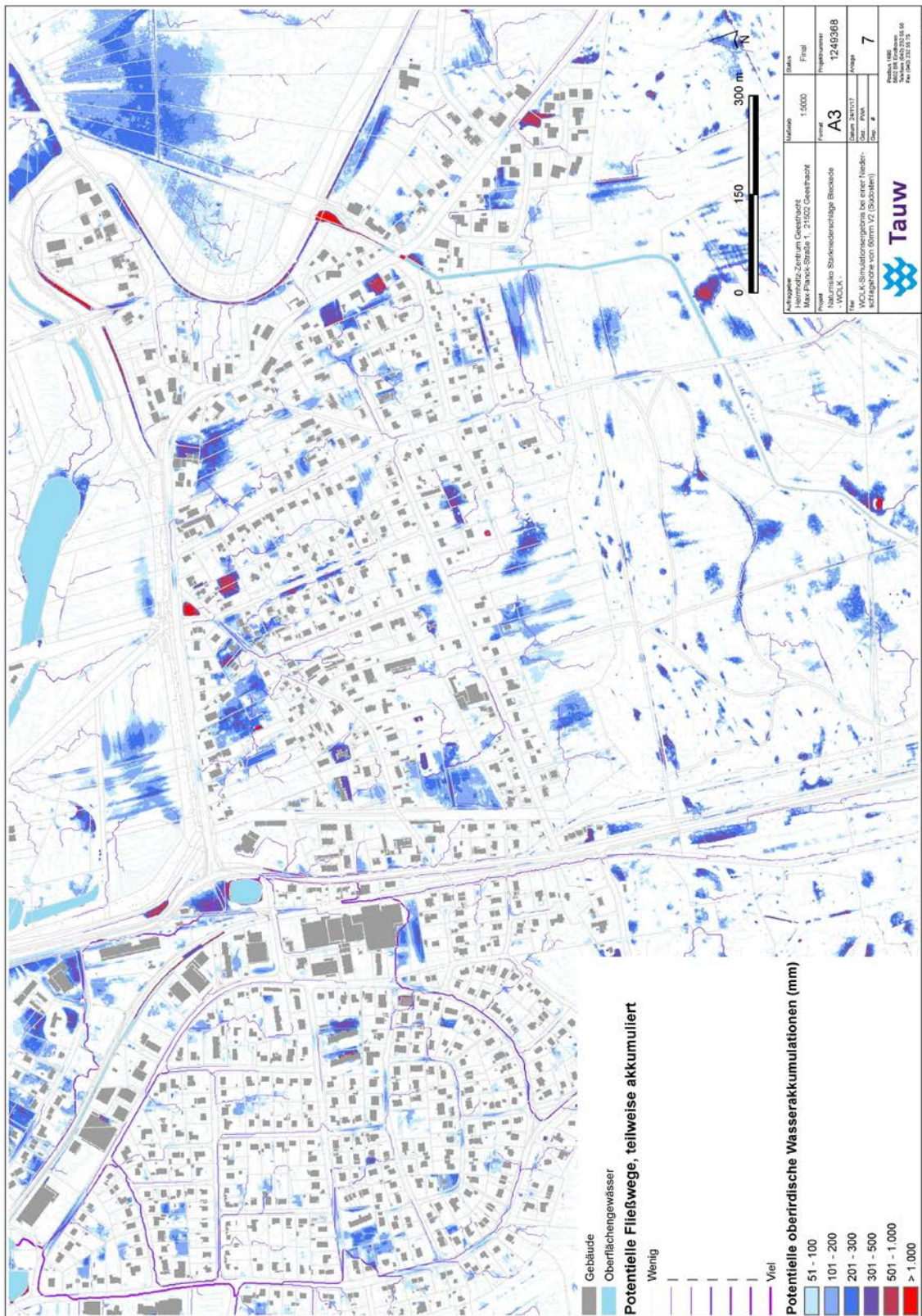
Quelle: Tauw (2018).

Anhang 8: Modellierungsergebnis – Ausschnitte des südwestlichen Stadtgebietes



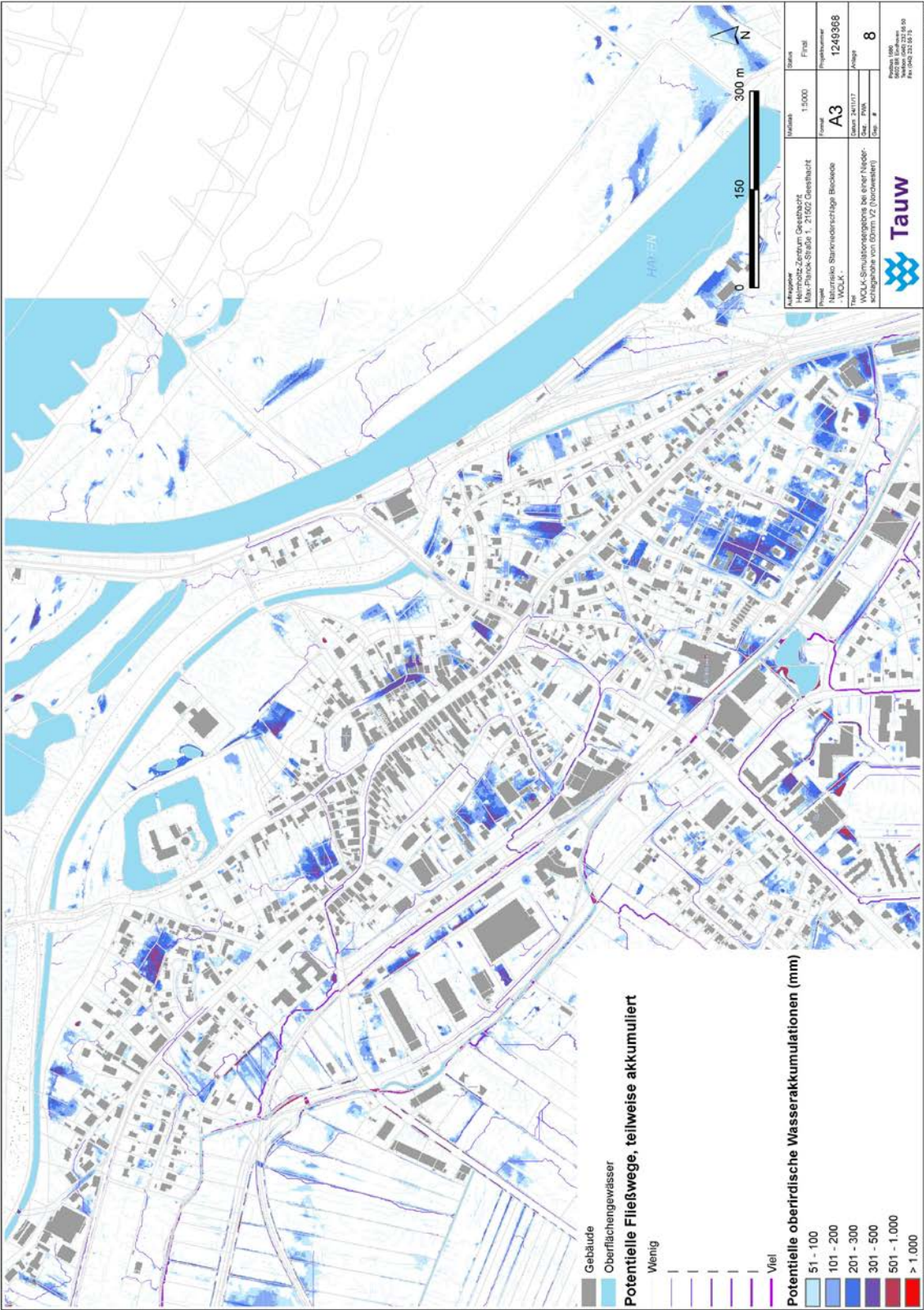
Quelle: Tauw (2018).

Anhang 9: Modellierungsergebnis – Ausschnitte des südöstlichen Stadtgebietes



Quelle: Tauw (2018).

Anhang 10: Modellierungsergebnis – Ausschnitte des nördlichen Stadtgebietes



Quelle: Tauw (2018).



Kontakt:

Climate Service Center Germany (GERICS)

Fischertwiete 1 | 20095 Hamburg | Germany
Tel +49 (0)40 226 338-0 | Fax +49 (0)40 226 338-163
www.climate-service-center.de

Eine Einrichtung des

 **Helmholtz-Zentrum
Geesthacht**

Zentrum für Material- und Küstenforschung

ISSN 2509-386X