

STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE



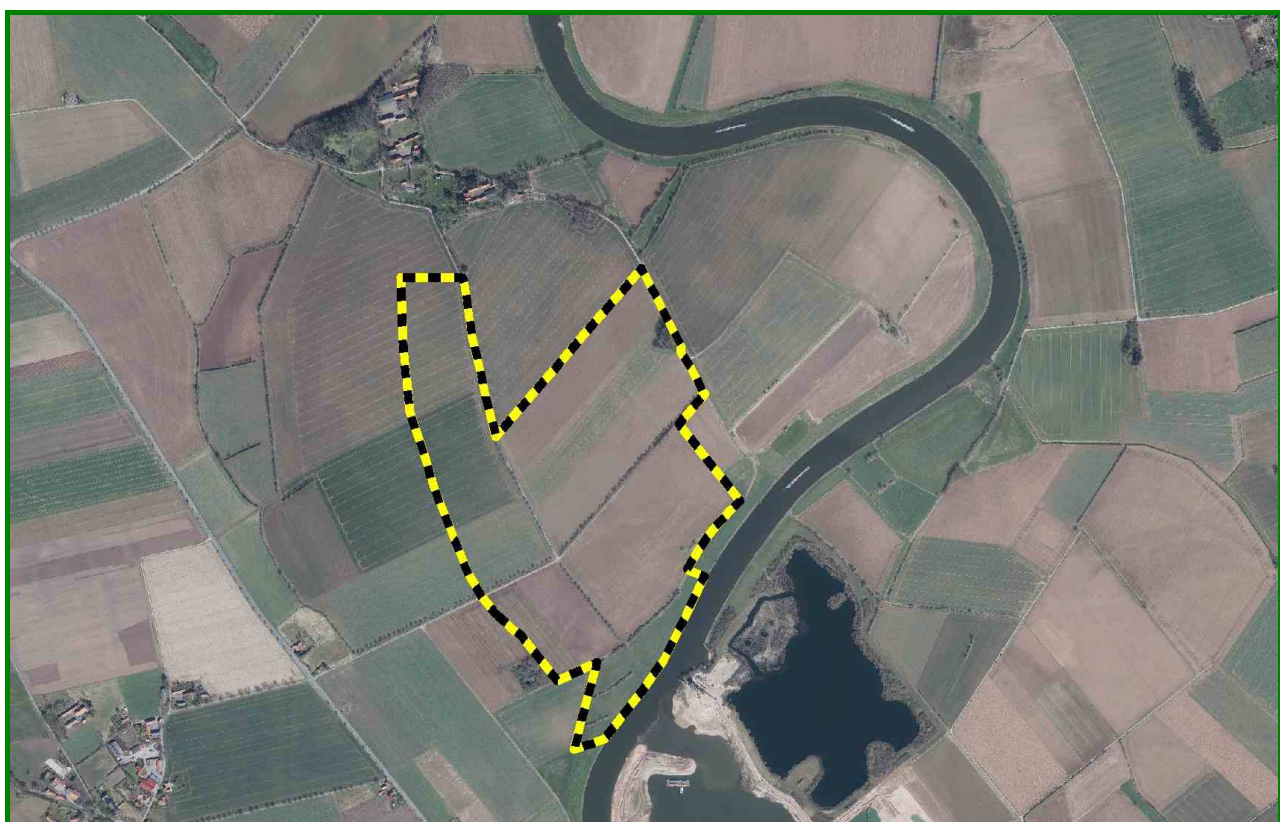
**HEIDELBERGER
SAND UND KIES**
HEIDELBERGCEMENT Group

Kieswerk Bücken

Neuaufnahme des Bodenabbaus bei Bücken

Anhang 6: Hydraulischer Fachbeitrag

Deckblattplanung vom 28.05.2021

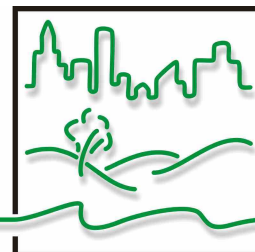


Lage des geplanten Antragsgebietes

Kartengrundlage: LGLN DOP Quelle: IDN

Aufgestellt am 28.05.2021

■ STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH □ Auf dem Hollen 12 □ 30165 Hannover



STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE

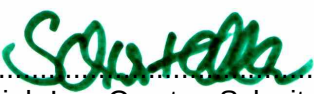
Projekt Kieswerk Bücken
Neuaufnahme des Bodenabbaus bei Bücken
Anhang 6: Hydraulischer Fachbeitrag

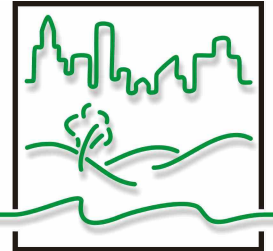
Bearbeitung Dipl.-Ing. Heiko Reuter
Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla
Dipl.-Geogr. Johannes Hübner

Umfang 58 Seiten, 5 Tabellen, 21 Bilder, 9 Anlagen

Antragsteller Heidelberger Sand und Kies GmbH
Arberger Hafendamm 15
D-28309 Bremen

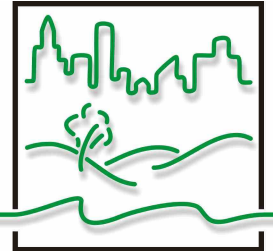
Aufgestellt durch STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE GmbH
Auf dem Hollen 12
D-30165 Hannover


..... Hannover, den 28.05.2021
Dipl.-Ing. Carsten Schwitalla

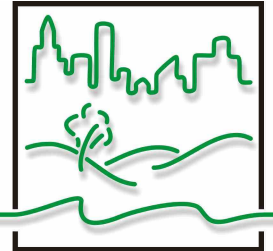


INHALTSVERZEICHNIS

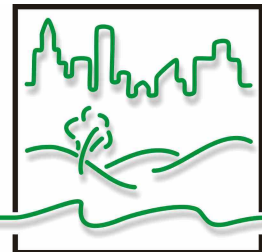
KAPITEL	Seite
1	Veranlassung und Aufgabe. 1
2	Verwendete Unterlagen.. . . . 3
3	Modellgebiet. 4
4	Hydraulikmodell.. . . . 5
4.1	Vergleich eindimensionaler und zweidimensionaler Berechnung.. . . . 5
4.2	Vergleich stationärer und instationärer Berechnung. 6
4.3	Grundlagen (2D-Modell). 6
4.4	Aufbau.. 7
4.4.1	Rauheiten. 12
4.4.2	Abflusswerte / Hochwasserwelle. 14
4.4.3	Weitere Randbedingungen. 16
4.5	Kalibrierung. 18
4.6	Untersuchungszustände. 21
5	Berechnungsergebnisse.. . . . 22
5.1	IST-Zustand.. . . . 22
5.1.1	Wasserstandsverlauf / Hochwasserwelle.. . . . 27
5.1.2	Fließgeschwindigkeiten. 29
5.2	END-Zustand.. . . . 31
5.2.1	Veränderung Wasserstandsverlauf / Hochwasserwelle. 31
5.2.2	Verändertes Untersuchungsgebiet. 33
5.2.3	Veränderung Überschwemmungsgebiet. 35
5.2.4	Veränderung Fließgeschwindigkeiten. 35
5.2.5	Erosion END-Zustand. 37
5.3	Füllung und Entleerung der Seen. 38
6	Deichbruch.. . . . 39
7	Eisgang. 42
7.1	Vorbemerkungen.. . . . 42
7.2	Grundlagen der Eisbildung. 42
7.3	Vorhersagbarkeit der Eisbildung auf Fließgewässern. 45
7.4	Auswirkungen von Eis und mögliche Schäden. 45
7.4.1	Allgemeines.. . . . 45
7.4.2	Vorsorge vor Eisschäden.. . . . 47
7.4.3	Maßnahmen. 48



	KAPITEL (Fortsetzung)	Seite
7.5	Häufigkeit von Eisbildung bis heute und in Zukunft.	49
7.6	Bezug zum Kiesabbau Bücken.	52
7.7	Fazit Eisgang.	56
7.8	Literaturhinweise Eisgang.	57
8	Zusammenfassung.	58
	TABELLEN	
1	Rauheiten.	12
2	Kalibrierungspunkte.	18
3	Entfallende Flurstücke.	33
4	Kritische Einlaufbereiche der vier Seen im END-Zustand.	37
5	Füllung der Seen ausgehend vom Mittelwasserstand in den Seen.	38
	BILDER	
1	Kernbereich des Modells mit Antragsgebiet und aktuellen Höhendaten des LGLN.	9
2	Kernbereich des Modells mit Antragsgebiet und Höhendaten im IST-Zustand.	10
3	Exemplarischer Ausschnitt mit Struktur des Modells.	11
4	Exemplarischer Ausschnitt Belegung Rauheitsklassen.	13
5	Abflusskurven am Einströmrand und Ausströmrand.	15
6	W/Q-Beziehung am Ausströmrand.	17
7	“Polder” um Stendern mit Weser-km.	20
8	Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) zu Simulationsbeginn.	23
9	Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 1 Tag und 18 Stunden.	24
10	Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 3 Tagen und 0 Stunden.	25



	BILDER (Fortsetzung)	Seite
11	Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 10 Tagen und 0 Stunden.	26
12	Wasserstände an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand.	28
13	Fließgeschwindigkeiten an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand.	30
14	Wasserstände an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand. . .	32
15	Flurkarte.	34
16	Fließgeschwindigkeiten an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand.. . . .	36
17	Wasserstände an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand mit Bruch des Sommerdeiches.	40
18	Fließgeschwindigkeiten an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand mit Bruch des Sommerdeiches.	41
19	Schema der Eiserscheinungen für Binnenwasserstraßen.	43
20	Eisbildung bei turbulentem Abfluss.	44
21	Fließverhalten im IST- und PLAN-Zustand.	55



ANLAGEN

Aufgrund der Einwendungen im Rahmen des Erörterungstermins (Online-Konsultation auf der Grundlage der Synopse vom 01.10.2020) von:

Gemeinde Schweringen, 04.12.2020, 2 Seiten

Flecken Bücken, 04.12.2020, 2 Seiten

NLWKN - Bst. Sulingen, GBIII, 03.12.2020, E-Mail

Anglerverband Niedersachsen e. V., 16.11.2020, E-Mail

Landkreis Nienburg - 54 Regionalplanung, E-Mail

BUND-Kreisgruppe Nienburg, 04.12.2020, E-Mail

Dehne Ringe Grages Rechtsanwälte Partnerschaft mbB, 07.12.2020, 3 Seiten

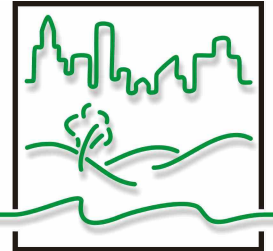
für die Mandanten: ungenannt

Dr. Fischer, Paysan, Dr. Lohmeyer & Partner mbB, 07.12.2020, 21 Seiten

für die Mandanten:

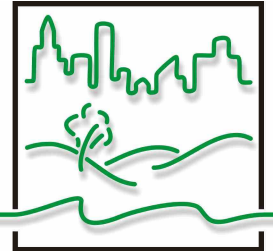
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

erfolgten Neuplanungen zum END-Zustand. Die bisherigen Unterlagen "Anhang 6: Hydraulischer Fachbeitrag, Deckblattplanung vom 18.12.2019 mit Ergänzungen vom 30.03.2020" wurden entsprechend angepasst/ergänzt. Die Bezeichnungen überholter Anlagen (Nummer/Blatt) wurden beibehalten und durchgestrichen markiert, um Verwechslungen auszuschließen. Neue Anlagen wurden fortlaufend nummeriert. Aufgrund der notwendig gewordenen neuen Netzstruktur (u. a. verbleibende Feldwege mit Randstreifen, veränderte Teichflächen im END-Zustand) wurde auch der IST-Zustand erneut berechnet und in neuen Anlagen dargestellt.



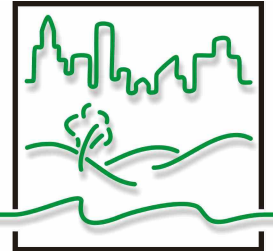
ANLAGEN (Fortsetzung)

- 1 1 Übersichtskarte
Maßstab 1 : 50.000
- ~~2 1 IST-Zustand:
Wasserstände bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~2 2 IST-Zustand:
Fließverhalten bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~2 3 IST-Zustand:
Wassertiefen bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~3 1 ABBAU-Zustand:
Wasserstandsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~3 2 ABBAU-Zustand:
Geschwindigkeitsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~3 3 ABBAU-Zustand:
Sohlschubspannungen bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 2.500~~
- ~~4 1 END-Zustand:
Wasserstandsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~4 2 END-Zustand:
Geschwindigkeitsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000~~
- ~~4 3 END-Zustand:
Sohlschubspannungen bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 2.500~~



ANLAGEN (Fortsetzung)

- 5 1 IST-Zustand:
Wasserstände bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000
- 5 2 IST-Zustand:
Fließverhalten bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000
- 5 3 IST-Zustand:
Wassertiefen bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000
- 6 1 END-Zustand:
Wasserstandsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000
- 6 2 END-Zustand:
Geschwindigkeitsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 10.000
- 6 3 END-Zustand:
Sohlschubspannungen bei HQ_{100} der Weser
Maßstab 1 : 2.500
- 7 1 END-Zustand:
Wasserstandsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
mit Bruch des Sommerdeiches
Maßstab 1 : 10.000
- 7 2 END-Zustand:
Geschwindigkeitsänderungen zum IST-Zustand bei HQ_{100} der Weser
mit Bruch des Sommerdeiches
Maßstab 1 : 10.000



1 Veranlassung und Aufgabe

Die Heidelberger Sand und Kies GmbH (HSK) beabsichtigt, bei Bücken einen Kies- und Sandabbau neu aufzunehmen. Die vorgesehene Abbaufäche liegt im Bereich der Samtgemeinde Grafschaft Hoya, in den Gemeinden/Gemarkungen Bücken/Altenbücken und Schweringen/Holtrup auf der in Fließrichtung linken Weserseite.

Im Rahmen des wasserrechtlichen Antrages sind die Auswirkungen des Abbauvorhabens zu betrachten.

Hierzu wurde im Rahmen des Scopingtermins am 02.10.2014 der Untersuchungsraum für das erforderliche 2D-Modell festgelegt.

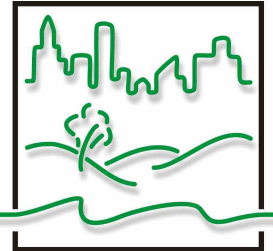
Die IDN Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH (IDN) legte hierzu einen hydraulischen Fachbeitrag vor, der auch im wasserrechtlichen Beteiligungsverfahren im Sommer 2018 ausgelegt wurde. Aufgrund der Einwendungen im Beteiligungsverfahren wurde die Überarbeitung des hydraulischen Fachbeitrags des IDN notwendig.

Am 13.03.2019 wurde die STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH mit den entsprechenden Überarbeitungen beauftragt. Um die Einwendungen berücksichtigen zu können, wurden im Oktober 2018 Abstimmungen mit dem Landkreis Nienburg (LK NI) zum Untersuchungsumfang getroffen. Weiterhin wurden auf einem Termin mit dem Einwender und langjährigen Bewohner von Stendern, Herrn Lohmeyer, Informationen zu den lokalen Verhältnissen und Erfahrungen bei tatsächlich abgelaufenen Hochwassern gesammelt.

Um die Einflüsse der geplanten Maßnahmen beurteilen zu können, wurde ein zweidimensionales hydraulisches Modell aufgebaut.

Der Aufbau des Modells und die angesetzten Randbedingungen wurden mit dem LK NI abgestimmt.

Nach Vorlage der Ergebnisse (*Deckblattplanung vom 18.12.2019 mit Ergänzungen vom 30.03.2020*) beim Planfeststellungsverfahren folgten Einwände von Betroffenen. Diese Einwände machten Folgeuntersuchungen erforderlich. Inhaltlich stützen sich die Nachforderungen zumeist auf die Stellungnahmen der RAe Dr. Fischer, Paysan, Dr. Lohmeyer & Partner mbB vom 07.12.2020. Dazu fand am 14.12.2020 eine Ortsbegehung u. a. mit Vertretern des Landkreises Nienburg/Weser, dem Leiter des FB Umwelt, Herrn Wehr und dem Landrat, Herrn Kohlmeier, statt.



Folgende Einwände erschienen vor Ort plausibel und sollten gutachterlich nachgearbeitet werden:

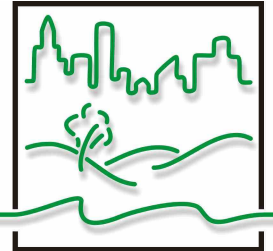
- ☐ Das Thema „Hochwassergefahr durch Eisgang bzw. Eisstau auf der Weser“ ist gutachterlich näher zu betrachten und in Form eines möglichen Eisstaus zu untersuchen.
- ☐ Ebenfalls ist das Szenario „Deichbruch für den Sommerdeich“ modelltechnisch zu betrachten.
- ☐ Ebenfalls ist das Szenario „rekultivierter END-Zustand - mit Wegekreuz“ modelltechnisch zu betrachten.
- ☐ Die vorgebrachten Einwände zur „Erreichbarkeit von Stendern bei Hochwasser“ sind wegen der verbleibenden Wege in der überarbeiteten Deckblattplanung nicht mehr relevant.

Während der hydraulischen Untersuchungen hat sich die Grenze des Antragsgebietes dahin gehend verändert, dass die nachfolgenden Flurstücke in Gemeindebesitz nicht für den Abbau zur Verfügung gestellt wurden (siehe auch KAPITEL 5.2.2):

Gemarkung Altenbücken vom Flecken Bücken
17 - Flur 15, 19 - Flur 15, 20 - Flur 15 und 30 - Flur 16

Gemarkung Holtrup der Gemeinde Schweringen
5 - Flur 13, 6 - 13, 25 - Flur 13, 26 - Flur 13 und 27/2 - Flur 13

Die Ergebnisse der hydraulischen Untersuchung werden in dem vorliegenden Bericht dargestellt.



2 Verwendete Unterlagen

Folgende Unterlagen wurden maßgeblich verwendet:

- G Digitales Geländemodell Flussschlauch (DGM-W) der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2010-2012)
- G Digitales Orthofoto (DOP) und Digitales Geländemodell (DGM) des Landesamtes für Geoinformation und Landvermessung Niedersachsen (LGLN) (2019)
- G Unterlagen zur Mittelweseranpassung der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes - Neubauamt Hannover (WSV) (2010)
- G Unterlagen zur Wendestelle Schweringen - Wasser- und Schifffahrtsamt Verden (2019)
- G Abbau- und Wiederherrichtungspläne der Firma IDN Ingenieur-Dienst-Nord Dr. Lange - Dr. Anselm GmbH (IDN) (2021)
- G Schlussdokumentation zur Bestimmung der natürlichen Überschwemmungsgrenze für das Gewässer Mittelweser im Bereich der Landkreise Nienburg, Verden und Diepholz der STADT-LAND-FLUSS INGENIEURDIENSTE GmbH (2013)
- G Niederschrift zur Antragskonferenz am 02.10.2014 - Landkreis Nienburg (2014)

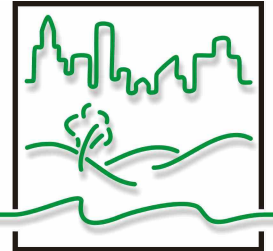


3 Modellgebiet

In ANLAGE 1.1 sind die Weser-km, die Grenze des Antragsgebietes, die Modellgrenze und das 2015 festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Weser dargestellt.

Das für die Untersuchungen verwendete 2D-Modell reicht von Nienburg stromauf der Bundesstraße 6 (Weser-km 268+000) bis nach Barme (Weser-km 304+500). Es wurde so gewählt, dass die Randbedingungen möglichst präzise aus den Berechnungen zur Ermittlung des Überschwemmungsgebietes der Weser abgeleitet werden konnten und Ungenauigkeiten an den Rändern des Modells keinen Einfluss auf den relevanten Aussagebereich (Bereich mit Veränderungen durch die geplanten Maßnahmen) haben.

Das Antragsgebiet liegt südlich von Stendern und östlich von Holtrup zwischen Weser-km 290+000 und 293+000.



4 Hydraulikmodell

Bevor auf die Erstellung und die Ergebnisse der Berechnungen eingegangen wird, sollen zunächst die Unterschiede zwischen ein- und zweidimensionalen Modellen und stationären bzw. instationären Berechnungen erklärt werden.

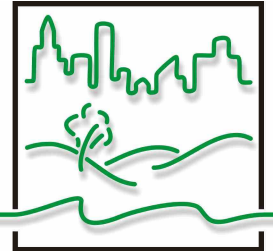
4.1 Vergleich eindimensionaler und zweidimensionaler Berechnung

Ein Modell stellt ein vereinfachendes, aber charakteristisches Abbild eines physikalischen Systems und der in ihm ablaufenden Prozesse dar. Es ermöglicht, Szenarien nachzubilden und Vorhersagen über Ereignisse mit diesen Prozessen zu treffen. Die möglichen Vereinfachungen eines Modells richten sich nach der gewünschten Aussagegenauigkeit sowie dem nötigen Aufwand zur Erstellung des Modells. Die in der Strömungsmodellierung verwendeten numerischen Modelle lassen sich grob in ein- und zweidimensionale Modelle einteilen.

Das einfachste mathematische Verfahren zur Berechnung der Strömungssituation in Fließgewässern ist die eindimensionale Spiegellinienberechnung. Hierbei werden die mehrdimensionalen Strömungsvorgänge der Realität auf einen eindimensionalen Zustand reduziert. Die Fließgeschwindigkeit und die Höhe des Wasserspiegels werden über den Gewässerquerschnitt als konstant angenommen, sodass das Fließgewässer als eine eindimensionale Strömungsröhre betrachtet werden kann.

Durch ein zweidimensionales Strömungsmodell wird das Strömungsfeld eines Fließgewässers in seiner flächigen Ausdehnung dargestellt und berechnet. Das zweidimensionale Strömungsmodell findet bei komplexeren Strömungszuständen eines Fließgewässers Anwendung. Eines der wichtigsten Beispiele hierfür ist die Simulation von Hochwassersituationen, da hierbei das Gewässer ausufert und weite Bereiche überströmt werden können. Bei der Modellierung stehen den Nachteilen der notwendigerweise sehr umfangreichen Datenerfassung, des zeitintensiven Modellaufbaus und der langen Rechenzeiten zahlreiche Vorteile gegenüber.

Bei der zweidimensionalen Modellierung wird der Abfluss im Gewässer selbst (Flussschlauch) wie auch die Ausbreitung und das Fließverhalten des Wassers auf den Vorländern zusammenhängend simuliert. Fluss und Vorländer werden über den gesamten untersuchten Gewässerabschnitt zusammen abgebildet. Eine Verschneidung der errechneten Bemessungswasserstände mit einem separaten Geländemodell ist - anders als beim Einsatz der 1D-Modelltechnik - nicht erforderlich.



4.2 Vergleich stationärer und instationärer Berechnung

Bei der stationären Berechnung eines Hochwasserereignisses wird der Abfluss im Gewässer als konstant angesehen und entspricht somit einer unendlich langen, sich nicht ändernden Abflusswelle. Die Summe der Zuflüsse in das Gewässersystem entspricht dem Abfluss aus dem System. Es handelt sich um eine Vereinfachung, die es ermöglicht, allein aus der statistischen Auswertung von Spitzenabflüssen an Pegeln auf die Abflussverteilung bei einem Ereignis mit einer gewünschten Wiederkehrwahrscheinlichkeit zu schließen.

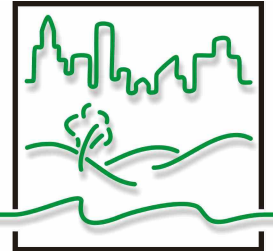
Sind die natürlichen Abflusswellen in einem Gewässer in der Regel lang genug, um alle Retentionsräume zeitgleich zu füllen, so ist dieser Ansatz völlig ausreichend, da sich zum Zeitpunkt des Spitzenabflusses ein fast stationärer Zustand einstellt.

Bei der instationären Betrachtung werden sowohl im Hauptgewässer als auch in den Vorflutern Abflusswellen simuliert, die sich zu dem gewünschten Abflussereignis im Hauptgewässer summieren. Die Schwierigkeit hierbei ist, dass es selten Aufzeichnungen in den kleinen Vorflutern gibt und so die Form und Dauer der Abflusswellen dort nicht bekannt sind. Muss trotzdem eine instationäre Berechnung durchgeführt werden, weil z. B. die Retentionsräume sehr groß sind und in der Realität nicht vollständig gefüllt werden können, so ist es notwendig, Annahmen aus den vorliegenden Informationen für die Vorfluter zu treffen. Nach der Simulation kann man an den Stellen, an denen gemessene Werte vorliegen, die berechneten Wellen mit den gemessenen Wellen vergleichen. In der Regel handelt es sich hierbei nicht um gemessene Abflusswerte, sondern um Wasserstandsmessungen, die zeitlich hochaufgelöst vorliegen. Werden die Wasserstände nicht hinreichend genug erreicht, so müssen die Abflusskurven evtl. angepasst und die Simulation erneut durchgeführt werden.

Das für die vorliegenden Untersuchungen verwendete Modell wurde an die bereits kalibrierten Berechnungen für die Ermittlung des Überschwemmungsgebietes angepasst.

4.3 Grundlagen (2D-Modell)

Zur Anwendung kam das Modell HYDRO_AS-2D von Dr.-Ing. Nujic, weiterentwickelt und vertrieben durch die Firma Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH. Als Benutzeroberfläche (Pre- und Postprozessor) für diesen Modellkern findet das Programm SMS (Surface-Water Modeling System), das von der Firma Aquaveo (Utah, USA) entwickelt wurde, Verwendung. Dieses Modell wird auch beim Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) eingesetzt. Es wird in ganz Deutschland und darüber hinaus angewendet und gilt als fachlich anerkannt.



Das in HYDRO_AS-2D integrierte Verfahren basiert auf der numerischen Lösung der 2D- tiefengemittelten Strömungsgleichungen mit der Finite-Volumen Diskretisierung. Das eingesetzte explizite Zeitschrittverfahren sorgt dabei für eine zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs. Bei der Programm-entwicklung wurden besonders hohe Anforderungen definiert und angestrebt, dass das Verfahren möglichst viele der verschiedenen mathematisch-physikalischen Eigenschaften der tiefengemittelten Strömungsgleichungen exakt bzw. nahezu exakt beschreiben kann. Dadurch konnte die Genauigkeit der numerischen Lösung wesentlich verbessert werden.

Die entwickelte Methode wurde zunächst mit Messergebnissen aus unterschiedlichen Laborversuchen getestet, anschließend durch zahlreiche wasserwirtschaftliche Anwendungen geprüft und hat inzwischen die Bewertung als praktisch einsetzbar ohne Zweifel nachgewiesen.

Danach wurde das im HYDRO_AS-2D eingesetzte Verfahren für praktische Ingenieur Anwendungen optimiert und weitestgehend angepasst.

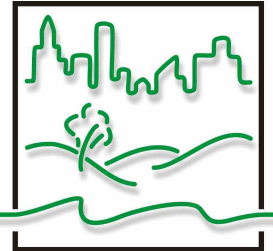
HYDRO_AS-2D verwendet ein aus Vierecks- und Dreieckselementen bestehendes Berechnungsnetz (vgl. BILD 3). Die Verwendung eines solchen Netzes ermöglicht u. a. eine leichte Anpassung an die topographischen und die hydrodynamischen Gegebenheiten der jeweiligen Aufgabenstellung. Damit können z. B. die Fließ-, Deich- und Wegeverläufe relativ einfach und vor allem genau erfasst werden, was für den zu modellierenden Strömungsprozess eine entscheidende Rolle spielen kann.

Durch die große Anzahl der Berechnungselemente (hier ca. 3 Mio.) konnten die hoch aufgelösten Höhendaten (z. B. DGM1 des LGLN) mit allen wichtigen Bruchkanten weitestgehend übernommen werden.

4.4 Aufbau

Für die aktuellen Untersuchungen wurde als Basis-Modell das gleiche Modell wie bei den Berechnungen für den Hochwasserschutzplan Mittelweser - Teil I (2007), die Ermittlung des Überschwemmungsgebiets der Mittelweser (2013) und die Berechnungen für die Gefahrenkarten nach der EU-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (2013) verwendet. Aus diesem Modell, das den gesamten Bereich der Mittelweser in Niedersachsen abdeckt, wurde ein Teil herausgelöst (Nienburg bis Barne).

Für einen Kernbereich von Weser-km 288+000 bis Weser-km 299+000 wurde die Netzstruktur des Modells deutlich verfeinert. Strukturen, die aus den aktuellen Höhendaten des LGLN zu erkennen waren, wurden hinzugefügt und die Höhen für die Sohle der Weser an das DGM-W der WSV (Auflösung 1 m x 1 m) und die restlichen Bereiche an das DGM1 des LGLN (Auflösung 1 m x 1 m) angepasst (siehe BILD 1 und BILD 2). Die Kantenlänge zwischen Modellknoten liegt dabei in diesem Kernbereich im Mittel unter 4 m.



In BILD 3 kann man zusätzlich zu den im IST-Zustand existierenden Strukturen bereits die Netzstrukturen für die Varianten erkennen.

Weiterhin wurden auch die Planungen zur Mittelweseranpassung und die Wendestelle Schweringen (Weser-km 290+000) berücksichtigt, deren Höhen aus den Querprofilen ermittelt und in das Modell eingebaut werden konnten. Eine Ausnahme stellt hier die Anpassung "Uferrückverlegung 2.4 links" dar. Da die Rückverlegung auch Verwallungen (Sommerdeiche) betrifft, die Stendern vor kleineren Hochwassern schützt, erschien es bei den ersten Modellrechnungen auffällig, dass die Weser anfangs nicht über den Stenderngraben in das geschützte System ("Polder") zurückdrückt, sondern auch im Bereich der Rückverlegung über die Verwallung (Sommerdeich) in den ansonsten noch geschützten Bereich eindringt. Ein Vergleich mit den Höhendaten des LGLN und den IST-Höhen in den Planungsunterlagen ergab, dass es einen regelmäßigen Höhenunterschied von ca. 10 cm gab. Die bei den Planungen der Rückverlegung nach telefonischer Aussage der WSV (Neubauamt Hannover, Herr Hoffmann) vermessenen Höhen liegen also ca. 10 cm tiefer als in den Höhendaten des LGLN. Da solch eine Problematik der WSV auch schon bei anderen Projekten aufgefallen war, wurde in Absprache mit der WSV angenommen, dass der Versatz auf Grund von inzwischen geänderten Transformationen in der Geodäsie zurückzuführen ist. Um keinen Sprung im Gelände des Modells zu erzeugen, das ansonsten nur auf den Daten des LGLN beruht, wurden daher alle Höhen aus den Planungen der WSV um 10 cm erhöht.

Weiterhin ist noch zu bemerken, dass die neuen Planhöhen im gesamten Bereich der "Uferrückverlegung 2.4 links" mit der gleichen Höhe von 18,90 m ü. NHN und damit z. T. niedriger als im IST-Zustand angegeben sind. Diese Höhe plus die oben bereits erwähnten 10 cm ergeben eine Höhe von 19,00 m ü. NHN, die im Modell berücksichtigt wurde.

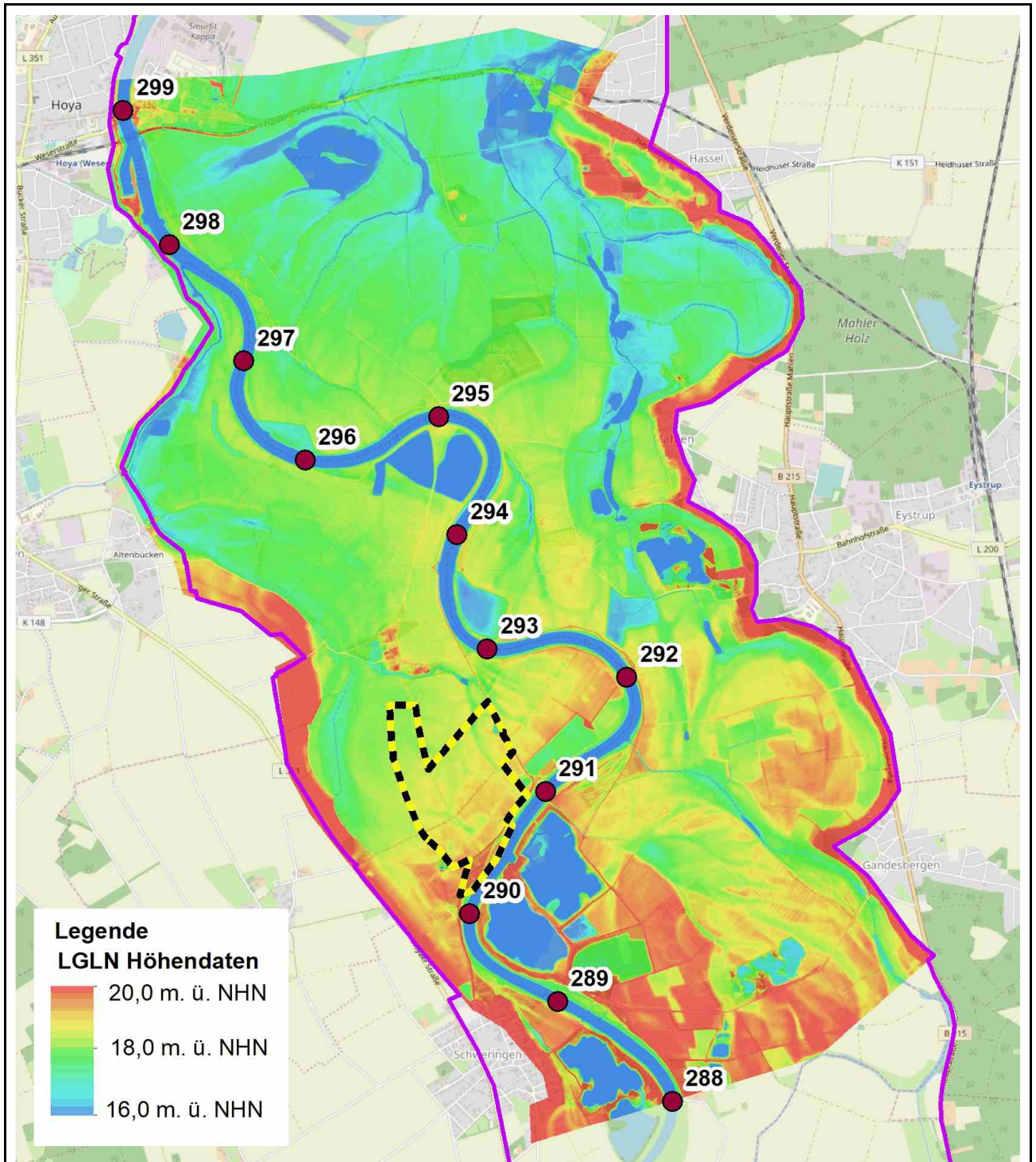
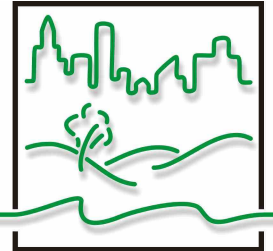


Bild 1 Kernbereich des Modells mit Antragsgebiet und aktuellen Höhendaten des LGLN von Weser-km 288 bis Weser-km 299
blau entspricht Höhen von bis zu 16 m ü. NHN und rot entspricht Höhen von über 20 m ü. NHN
Maßstab 1 : 40.000
Kartengrundlage / Quelle: OpenStreetMap / LGLN

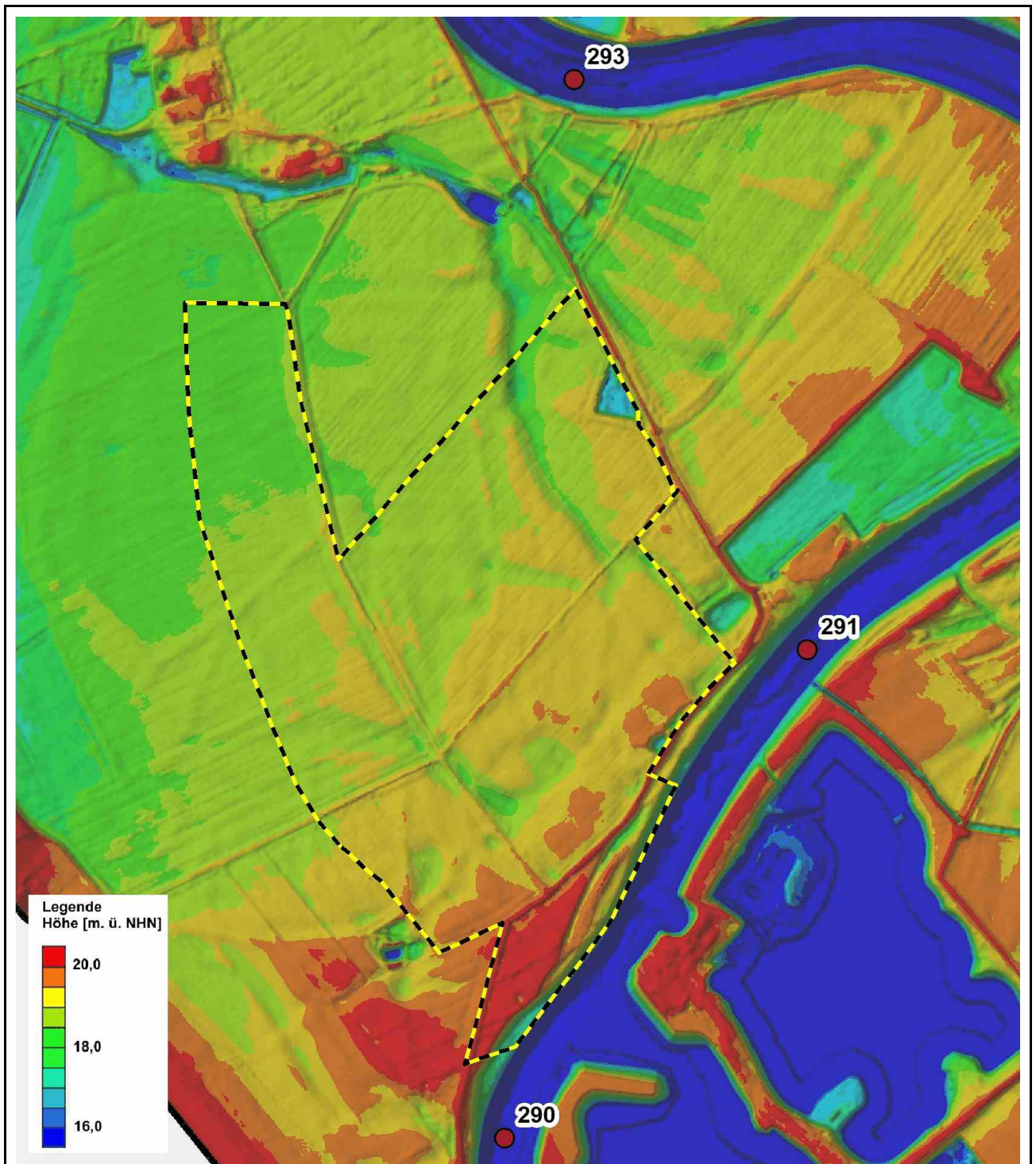
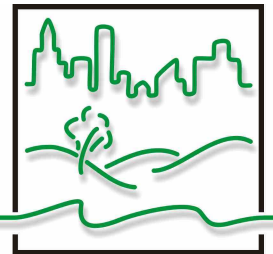


Bild 2 Kernbereich des Modells mit Antragsgebiet und Höhendaten im IST-Zustand
von Weser-km 290 bis Weser-km 293

blau entspricht Höhen von bis zu 16 m ü. NHN und rot entspricht Höhen von über 20 m ü. NHN
Maßstab 1 : 10.000

Quelle: LGLN

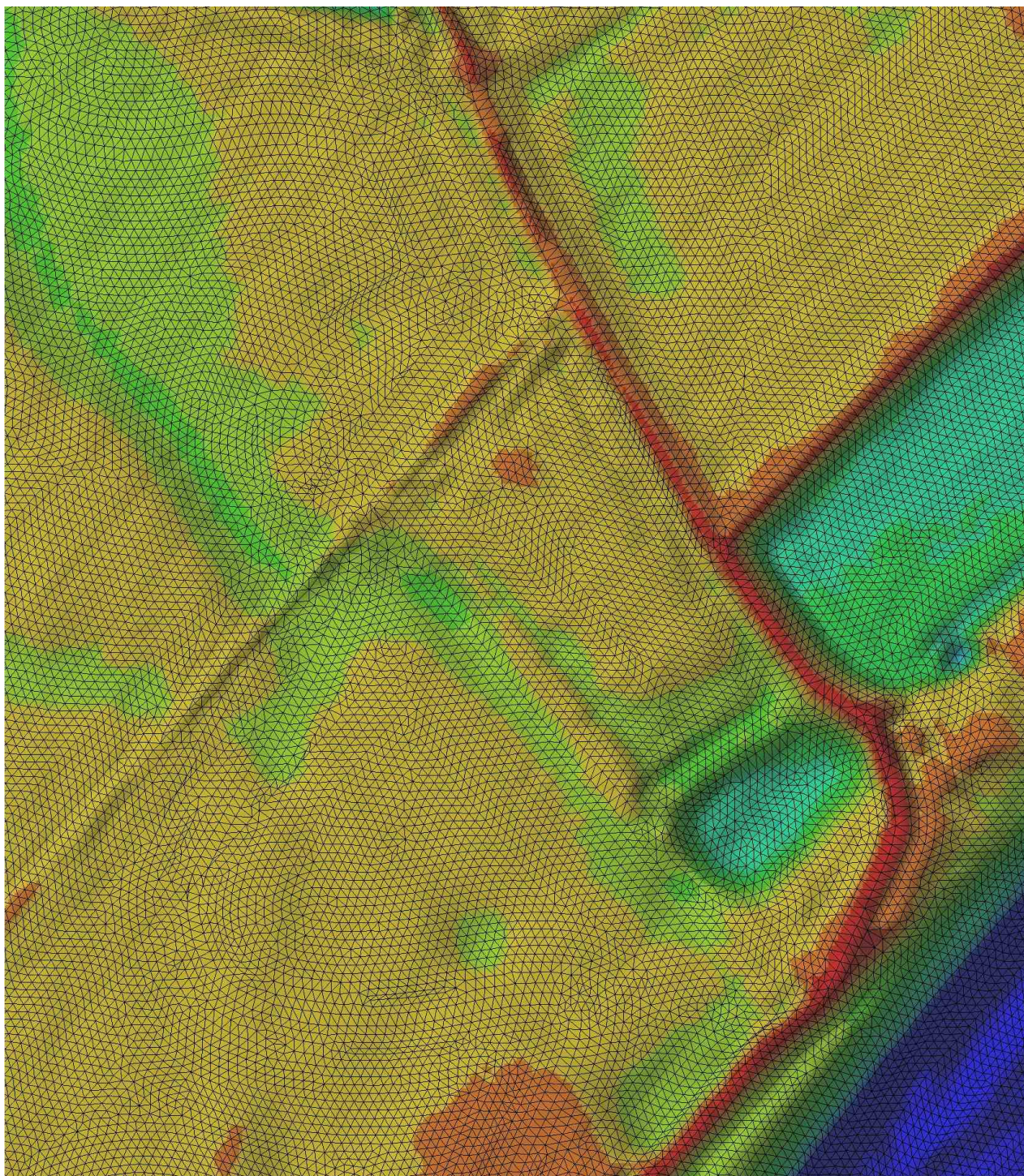
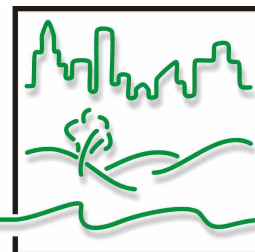
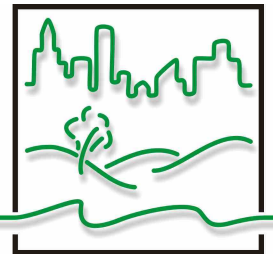


Bild 3 Exemplarischer Ausschnitt mit Struktur des Modells

Maßstab 1 : 2.500



4.4.1 Rauheiten

Um die verschiedenen Geländeoberflächen im Modell korrekt wiederzugeben, müssen jedem Element (Fläche zwischen den Kanten vgl. BILD 3) Rauheitsklassen und damit auch Rauheitswerte zugewiesen werden (vgl. BILD 4). Für diese Belegung wurden Digitale Orthophotos (DOP / Luftbilder) verwendet.

Nach der Kalibrierung (siehe KAPITEL 4.5) ergaben sich für das Modell folgende Rauheitsklassen und -werte.

Tabelle 1 Rauheiten	
Rauheitsklasse	Rauheitswert k_{St} [$m^{1/3}/s$]
Weser Fluss	40
Weser Ufer	35
Vorfluter / Gräben	30
Vorfluter / Gräben (klein)	25
Seen / Teiche	40
Seen / Teiche (rau)	30
Acker / Grünland	15
Friedhof / Garten	12
Bewuchs / Wald / Hecke	10
Bebauung	5
Feldwege	25

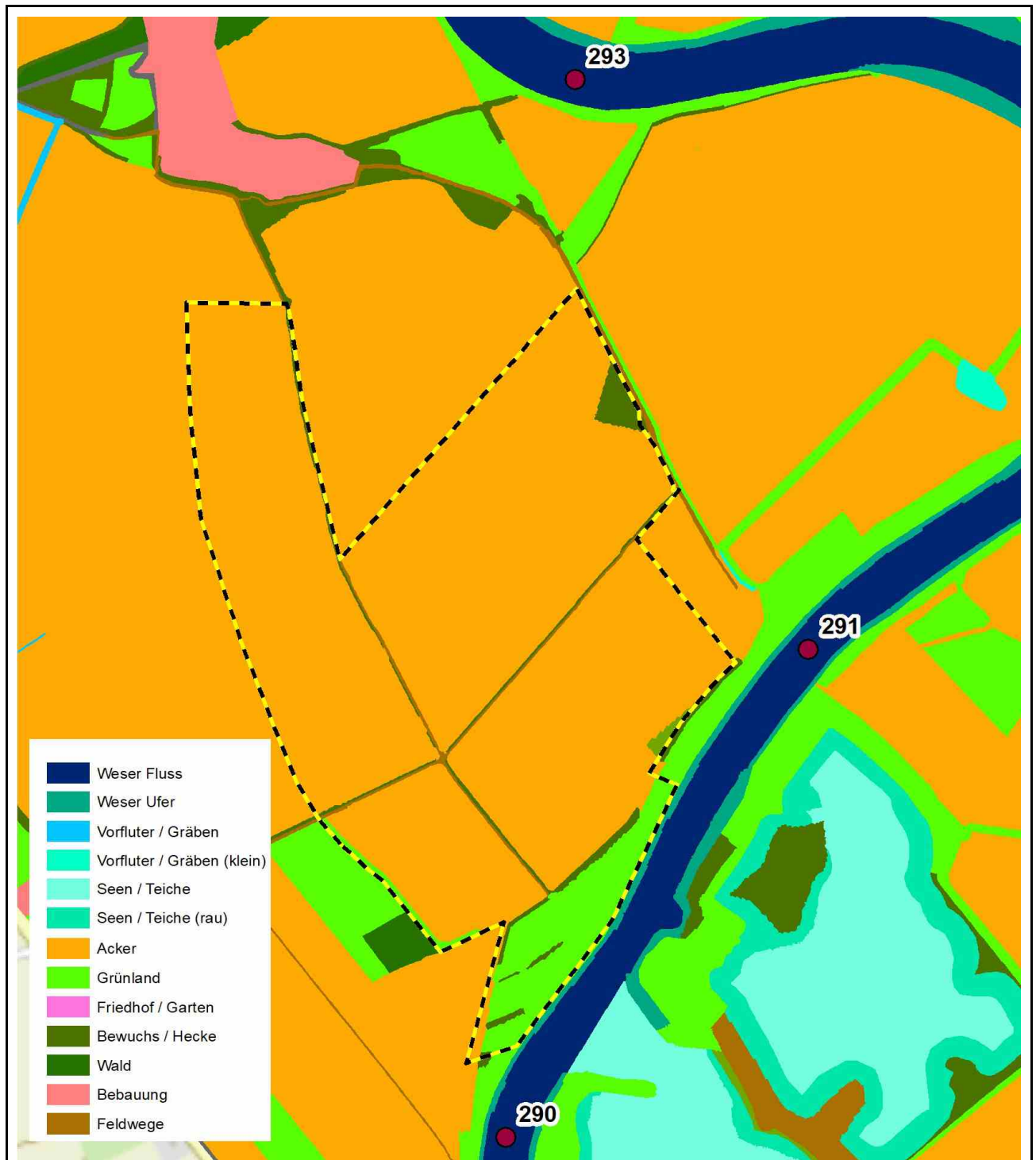
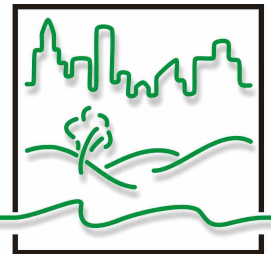
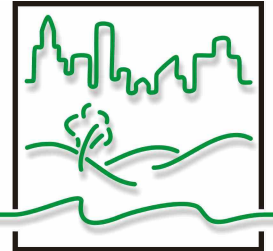


Bild 4 Exemplarischer Ausschnitt Belegung Rauheitsklassen

Maßstab 1 : 10.000



4.4.2 Abflusswerte / Hochwasserwelle

Für die Abflüsse im Modell wurde entsprechend der Ermittlung des Überschwemmungsgebietes der Mittelweser in den Landkreisen Diepholz, Verden und Nienburg eine Hochwasserwelle für die Weser und als weitere Zuflüsse der Führser Mühlbach und der Bückener Mühlenbach mit über die ganze Simulationszeit konstanten $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $3,1 \text{ m}^3/\text{s}$ angesetzt.

Die Welle der Weser wurde aus den anerkannten Modellergebnissen der damaligen Berechnung an der Stelle des nun verwendeten Einströmrandes ermittelt. Es handelt sich dabei um das vom Land Niedersachsen, vertreten durch den Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) beim NLWKN, offizielle Hochwasser-Szenario für ein HQ_{100} -Hochwasser. Die Welle ist in BILD 5 dargestellt. Ihr Spitzenwert liegt bei $2.120 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bedingt durch die Retentionswirkung im Modellgebiet verändert die Hochwasserwelle ihre Form je weiter sie stromab wandert. Die sich ergebende Welle am Ausströmrand ist ebenfalls in BILD 5 dargestellt. Ihr Spitzenwert liegt bei $2.117 \text{ m}^3/\text{s}$ und nicht bei $2.126,9 \text{ m}^3/\text{s}$, was sich rechnerisch durch Aufsummieren der drei Spitzenwerte der Zuflusskurven ergeben würde.

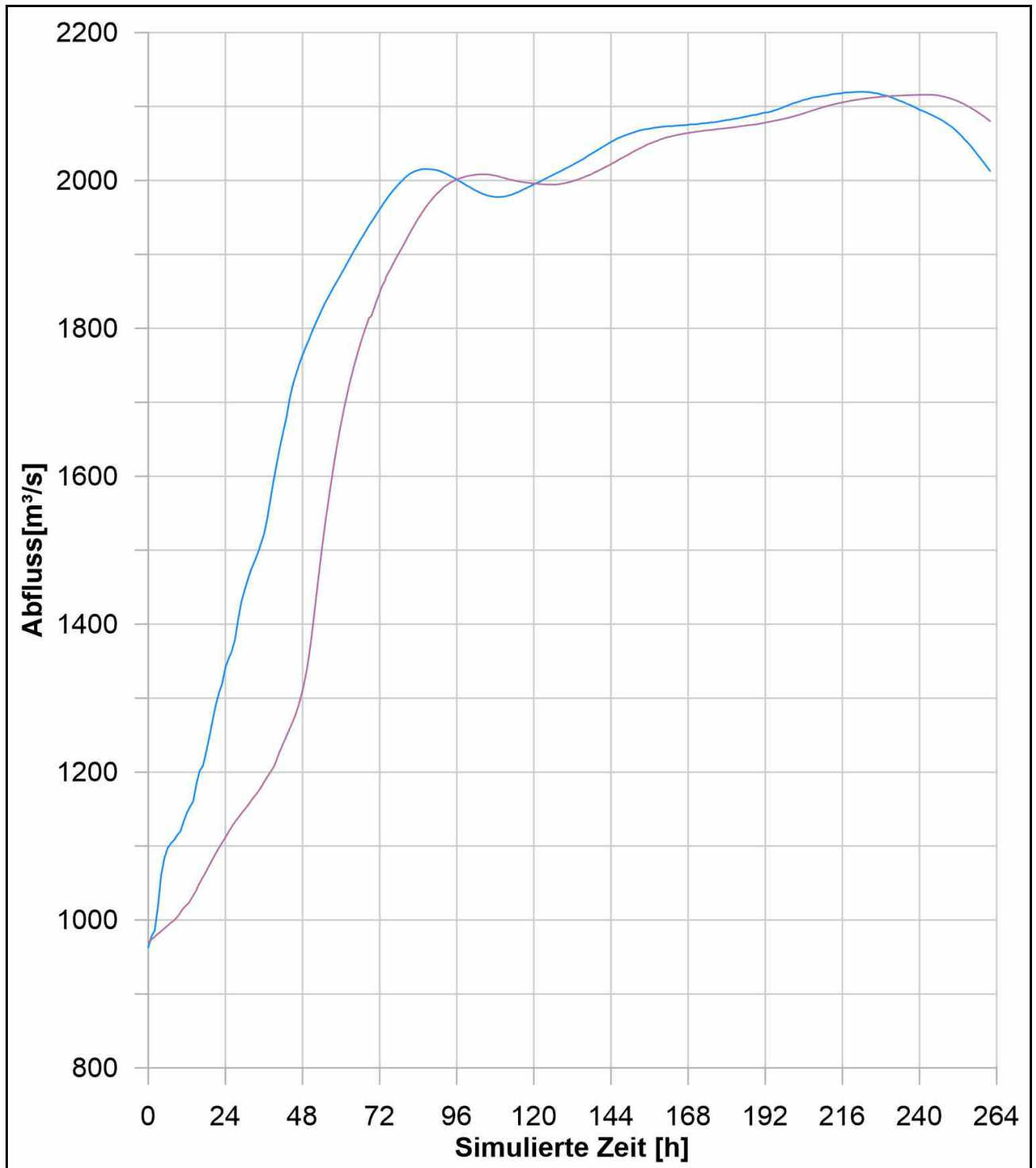
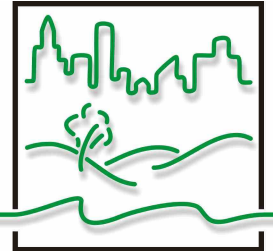


Bild 5 Abflusskurven am **Einströmrand** und **Ausströmrand**

ohne Maßstab



4.4.3 Weitere Randbedingungen

Für die Randbedingung am Ausströmrand bei Barme wurden aus den Berechnungen zum Überschwemmungsgebiet der Mittelweser (2013) für verschiedene Wasserstände die entsprechenden Abflüsse am jetzigen Ausströmrand ermittelt. Aus diesen Wertepaaren wurde eine Wasserstands-Abfluss-Beziehung (W/Q-Beziehung) erzeugt und als Ausströmrandbedingung verwendet. Die W/Q-Beziehung ist in BILD 6 dargestellt.

Durch diese Art der Randbedingung konnte gewährleistet werden, dass über das gesamte Abflussspektrum am Ausströmrand die korrekten Wasserstände angenommen werden.

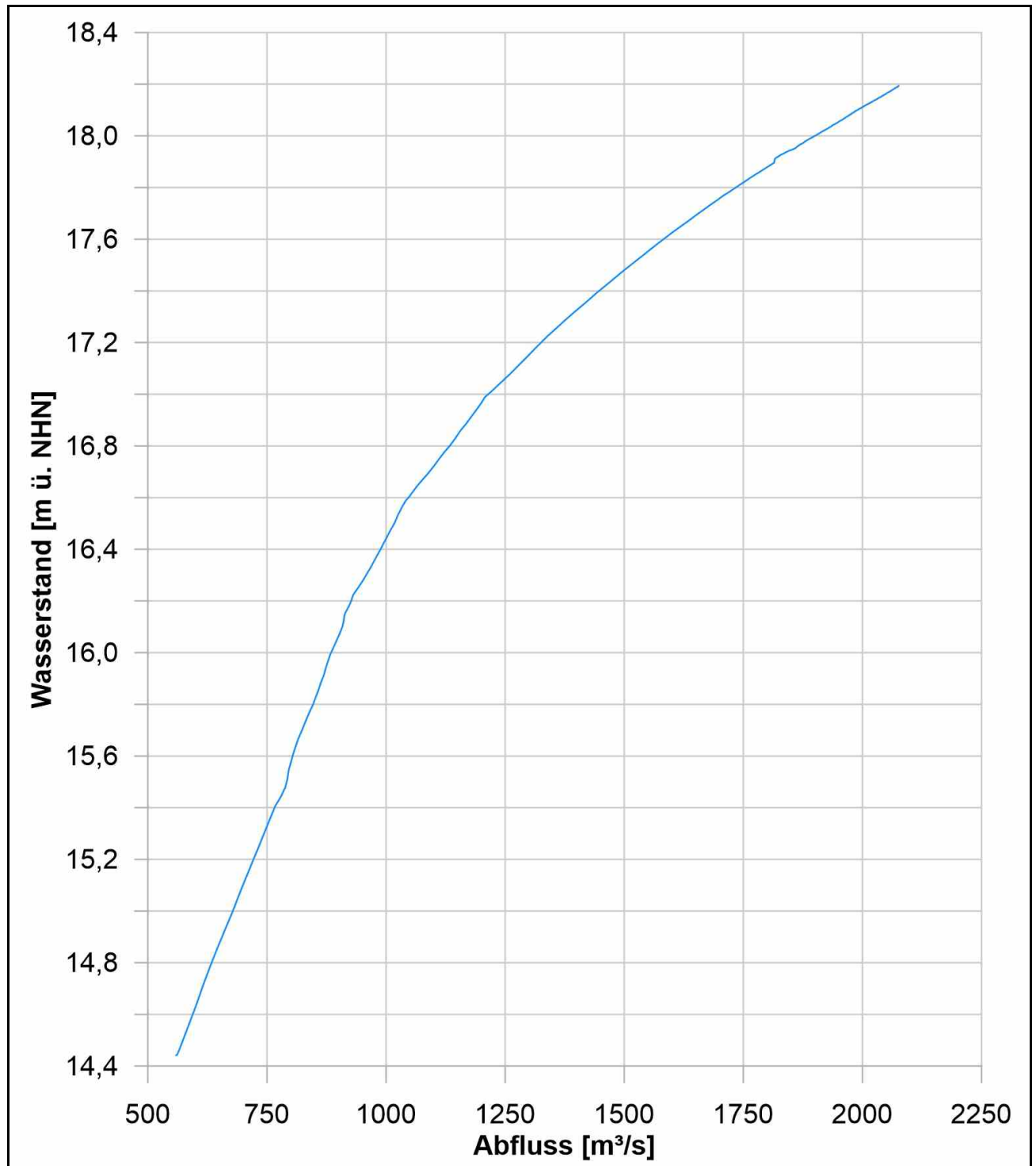
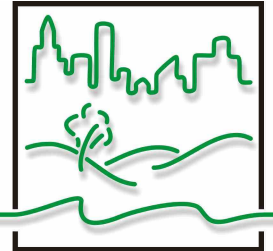
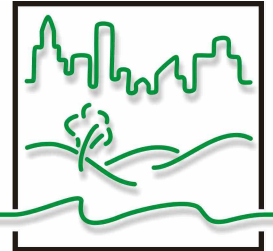


Bild 6 W/Q-Beziehung am Ausströmrund

ohne Maßstab



4.5 Kalibrierung

Bei der Kalibrierung eines Modells werden veränderliche nicht deterministische Parameter so lange variiert, bis das Modell in der Lage ist, ein vorgegebenes Ereignis hinreichend genau wiederzugeben. Für hydraulische Modelle sind die Rauheitswerte in der Regel die Parameter, durch deren Veränderung man ein Modell kalibrieren kann.

Als Kalibrierereignis kann ein tatsächlich abgelaufenes Hochwasserereignis verwendet werden, doch stehen hierfür oft nur wenig belastbare Daten (gleichzeitige Abflüsse und Wasserstände) zur Verfügung. Daher wurden hier die bereits bestehenden Wasserstände und Abflüsse aus der Ermittlung der Überschwemmungsgrenze der Mittelweser (2013) verwendet. Da die Abflüsse in beiden Modellen gleich sind, lassen sich die Ergebnisse aus der Kalibrierung direkt als neuer IST-Zustand verwenden.

Auch konnten die Startwerte für die Rauheiten aus den Berechnungen für die Ermittlung der Überschwemmungsgrenze der Mittelweser (2013) übernommen werden.

Die Rauheiten, die sich nach der Kalibrierung ergaben, sind in KAPITEL 4.1.1 zusammengestellt.

In ANLAGE 2.1 sind zusätzlich zu den aktuell ermittelten Wasserständen auch punktuell die Wasserstände aus der Ermittlung der Überschwemmungsgrenze der Mittelweser (2013) eingetragen.

Zu beachten ist, dass es durch die Verfeinerung der Modellstruktur und damit durch die genauere Berücksichtigung von Verwallungen (Sommerdeichen) und durch die Verwendung von aktuellen Höhendaten normal ist, dass es zu Veränderungen im Wasserstand zwischen den Modellen kommt. Diese Veränderungen sollen hier kurz erläutert werden.

Tabelle 2 Kalibrierungspunkte			
Wasserstand Aktueller IST-Zustand [m ü. NHN]	Wasserstand Überschwemmungsgrenzen [m ü. NHN]	Differenz [cm]	Bemerkung
19,34	19,34	0	
19,37	19,37	0	
19,47	19,43	-4	durch Verwallung geschützter Bereich
19,62	19,48	-14	durch Verwallung geschützter Bereich
19,63	19,49	-14	durch Verwallung geschützter Bereich
19,64	19,52	-12	durch Verwallung geschützter Bereich
19,48	19,49	+1	Umverteilung von West nach Ost

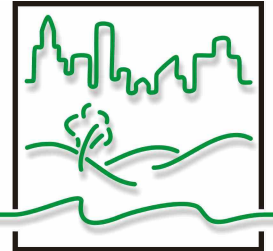


Tabelle 2 Kalibrierungspunkte			
Wasserstand Aktueller IST-Zustand [m ü. NHN]	Wasserstand Überschwemmungsgrenzen [m ü. NHN]	Differenz [cm]	Bemerkung
19,46	19,49	+3	Umverteilung von West nach Ost
19,55	19,57	+2	Umverteilung von West nach Ost
19,69	19,72	+3	Umverteilung von West nach Ost
19,73	19,74	+1	Umverteilung von West nach Ost
19,87	19,82	-5	Graben und Senkensystem
20,04	20,02	-2	Graben und Senkensystem
20,10	20,03	-7	Graben und Senkensystem
20,23	20,18	-5	Graben und Senkensystem
20,26	20,25	-1	Graben und Senkensystem
20,26	20,26	0	
20,39	20,45	+6	lokale Geländeänderungen
20,56	20,53	-3	lokale Geländeänderungen
20,59	20,63	+4	lokale Geländeänderungen
20,65	20,66	+1	lokale Geländeänderungen
20,69	20,67	-2	lokale Geländeänderungen
20,65	20,71	+6	lokale Geländeänderungen
20,77	20,80	+3	lokale Geländeänderungen

Das Verwaltungssystem (Sommerdeichsystem), das die Ortslage Stendern vor kleineren Hochwassern schützt (siehe BILD 7), wurde nun detailliert im Modell berücksichtigt. Daher sind die Wasserstände im "Polder" (Bereich Stendern) niedriger als bei der Festsetzung der Überschwemmungsgrenzen (2013). Dadurch kommt es zu einer Umverteilung des Abflusses von West nach Ost, was zu etwas höheren Wasserständen östlich der Verwallungen (Sommerdeiche) führt.

Weiterhin wurde das Graben- und Senkensystem im östlichen Bereich der Weseraue nun genauer wiedergegeben. Dieses System führt das Wasser schneller stromab, was im südlichen Bereich zu geringeren Wasserständen und nördlich zu etwas höheren Wasserständen führt. Im südlichen Bereich führen lokale Geländeänderungen zu kleinen unsystematischen Veränderungen. Da sich bei den Differenzen die Zu- und Abnahmen in etwa die Waage halten, also keine systematische Über- oder Unterschreitung der Wasserstände vorliegt, kann das Modell als kalibriert betrachtet werden.

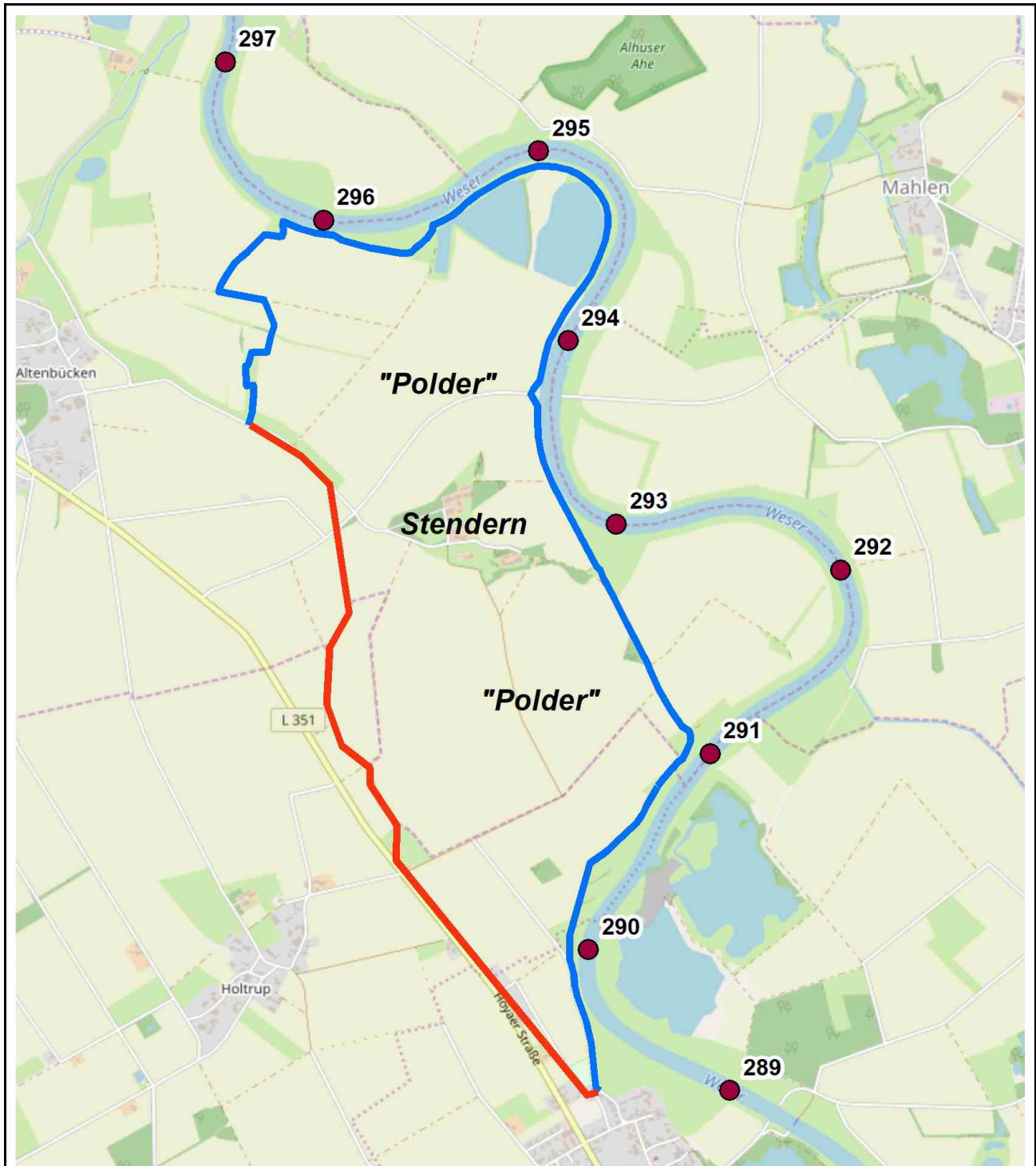
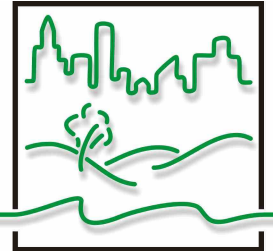
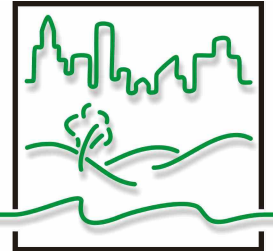


Bild 7 "Polder" um Stendern mit Weser-km
Verwallungen (Sommerdeiche) und höheres Gelände

Maßstab 1 : 25.000

Kartengrundlage: OpenStreetMap



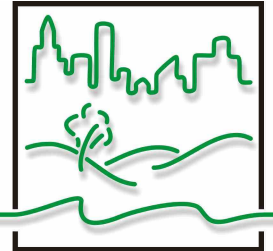
4.6 Untersuchungszustände

IST-Zustand

Um Veränderungen, die durch die geplanten Maßnahmen hervorgerufen werden, ermitteln und darstellen zu können, bedarf es zunächst einer Definition eines Ausgangs- bzw. Vergleichszustandes. Dieser Zustand wird hier als IST-Zustand bezeichnet. Zunächst wurde daher der Zustand simuliert, der die Gegebenheiten, wie in den aktuellen Daten wiedergegeben, vor Beginn des Bodenabbaus darstellt (siehe KAPITEL 5.1 und ANLAGEN 5.1 bis 5.3).

END-Zustand

In diesem überarbeiteten END-Zustand (IDN 2021) bleiben die Wirtschaftswege nebst einem 10 m breiten Sicherheitsstreifen beidseitig der Wege wie im IST-Zustand erhalten. Auch bleibt der in diesem Bereich vorhandene Bewuchs erhalten. Für das Gelände des Kieswerkes wurde nach dem Rückbau eine Höhe von 20 m. ü. NHN angenommen. Der hier vor dem Kiesabbau verlaufende Sommerdeich wurde gemäß seiner ursprünglichen Oberkante in diesem Bereich als "wieder vorhanden" berücksichtigt.



5 Berechnungsergebnisse

5.1 IST-Zustand

In ANLAGE 5.1 sind die maximalen Wasserstände, die während der Simulation auftraten, in ANLAGE 5.2 die Fließgeschwindigkeiten zum Zeitpunkt des maximalen Wasserstandes sowie die entsprechenden Strömungsrichtungen und in ANLAGE 5.3 die maximalen Wassertiefen, die während der Simulation auftraten, dargestellt.

Da sich das Fließverhalten, hier vor allem die Fließrichtungen, während der Simulation ändert, wurden in den BILDERN 8 bis 11 zusätzlich Zwischenzustände dargestellt. In diesen BILDERN sind auch vier Kontrollpunkte (KP) eingetragen, die für die Kurven in den BILDERN 12 bis 17 verwendet wurden.

Die Kontrollpunkte wurden so gewählt, dass man sowohl Informationen in der Weser selbst stromauf und stromab des Antragsgebiets und auch stromauf und stromab von Stendern erhält und vergleichen kann.

Zu Simulationsbeginn (siehe BILD 8) steht das Wasser noch vor der nordwestlichen Verwallung (Sommerdeich) (vgl. BILD 7). Auch nach einem Tag und 18 Stunden (siehe BILD 9) werden die Verwallungen (Sommerdeiche) zur Weser hin, die Stendern schützen, nicht überströmt. Der "Polder" wird nur aus Richtung des Stenderngrabens her geflutet.

Nach drei Tagen (siehe BILD 10) kommt es zu einem Überströmen der Verwallungen (Sommerdeiche) und die Fließrichtung kehrt sich im "Polder" um. Selbst nach zehn Tagen (siehe BILD 11) wird die Verwallung (Sommerdeich) im Bereich des geplanten Hafens bei ca. Weser-km 290,2 kaum überströmt. Dies führt dazu, dass der Wasserstand in der Weser am KP 1 bei 20,31 m ü. NHN und im "Polder" bei KP 2 nur bei 19,48 m ü. NHN liegt.

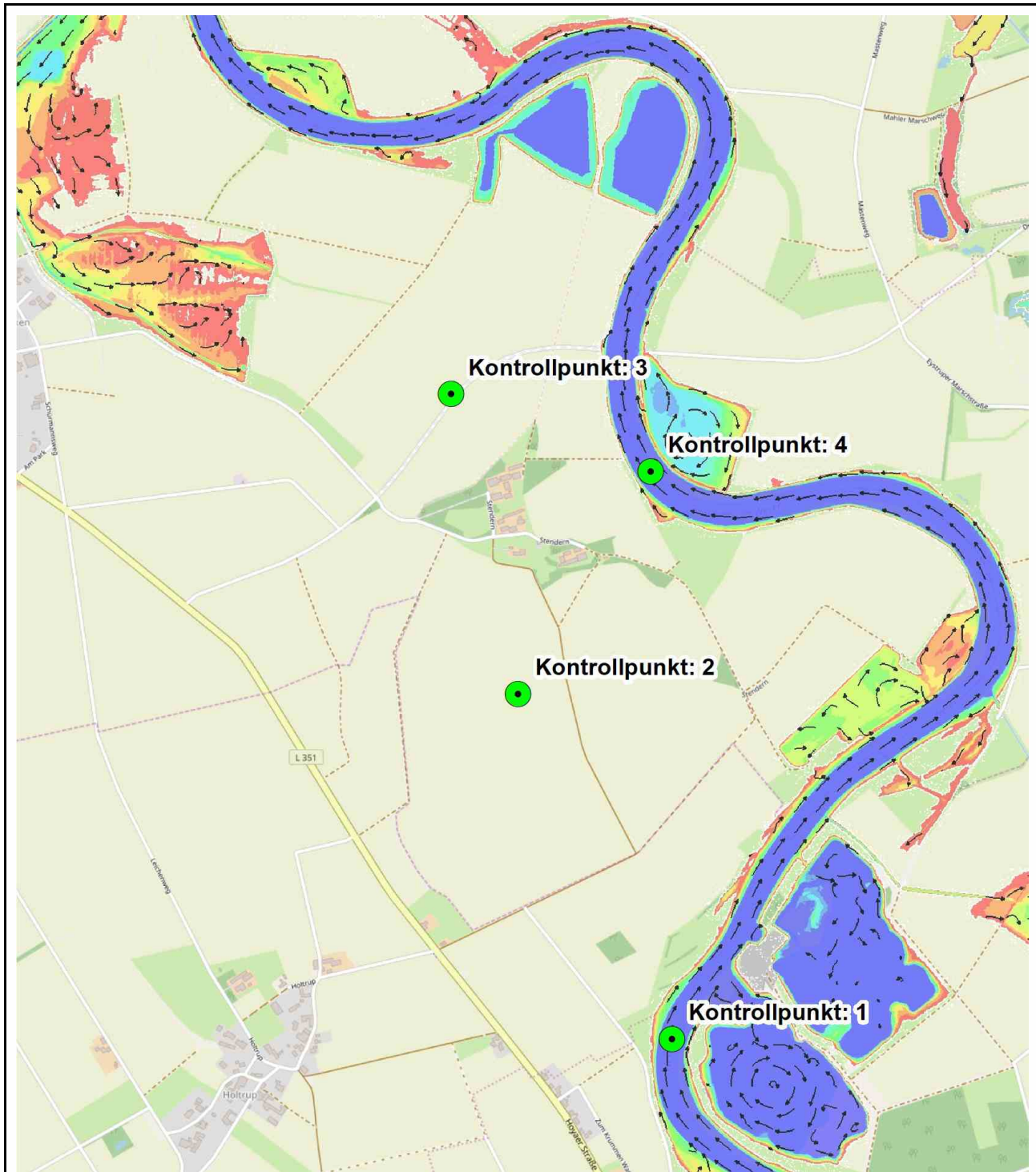
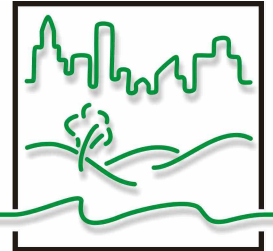


Bild 8 Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) zu Simulationsbeginn
(über 3 m wird die Wassertiefe dunkel blau dargestellt) im IST-Zustand

Maßstab 1 : 20.000

Kartengrundlage: OpenStreetMap

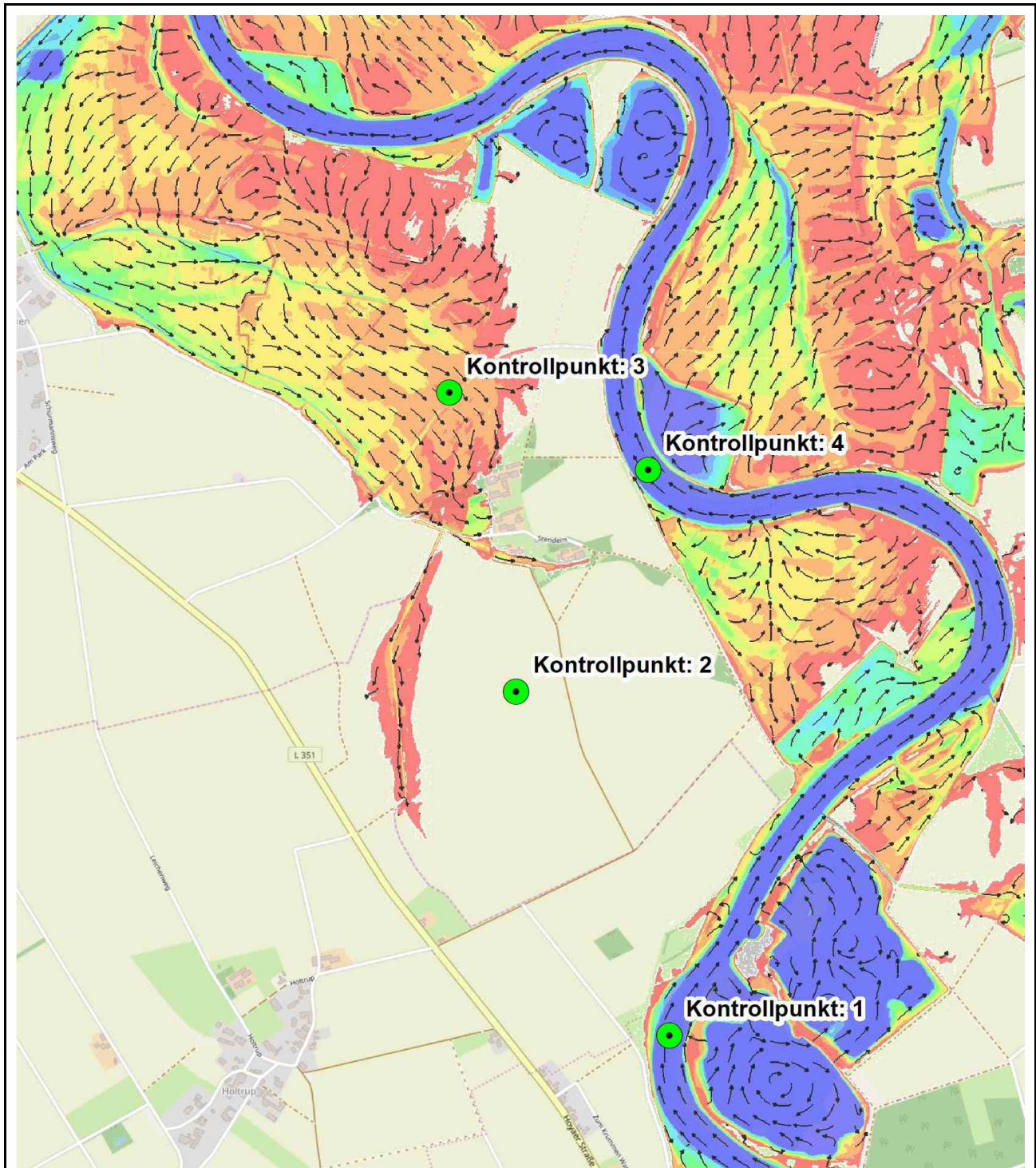
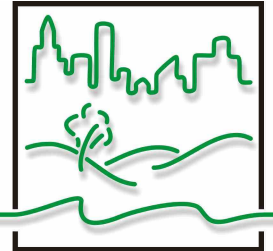


Bild 9 Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 1 Tag und 18 Stunden
(über 3 m wird die Wassertiefe dunkel blau dargestellt) im IST-Zustand

Maßstab 1 : 20.000

Kartengrundlage: OpenStreetMap

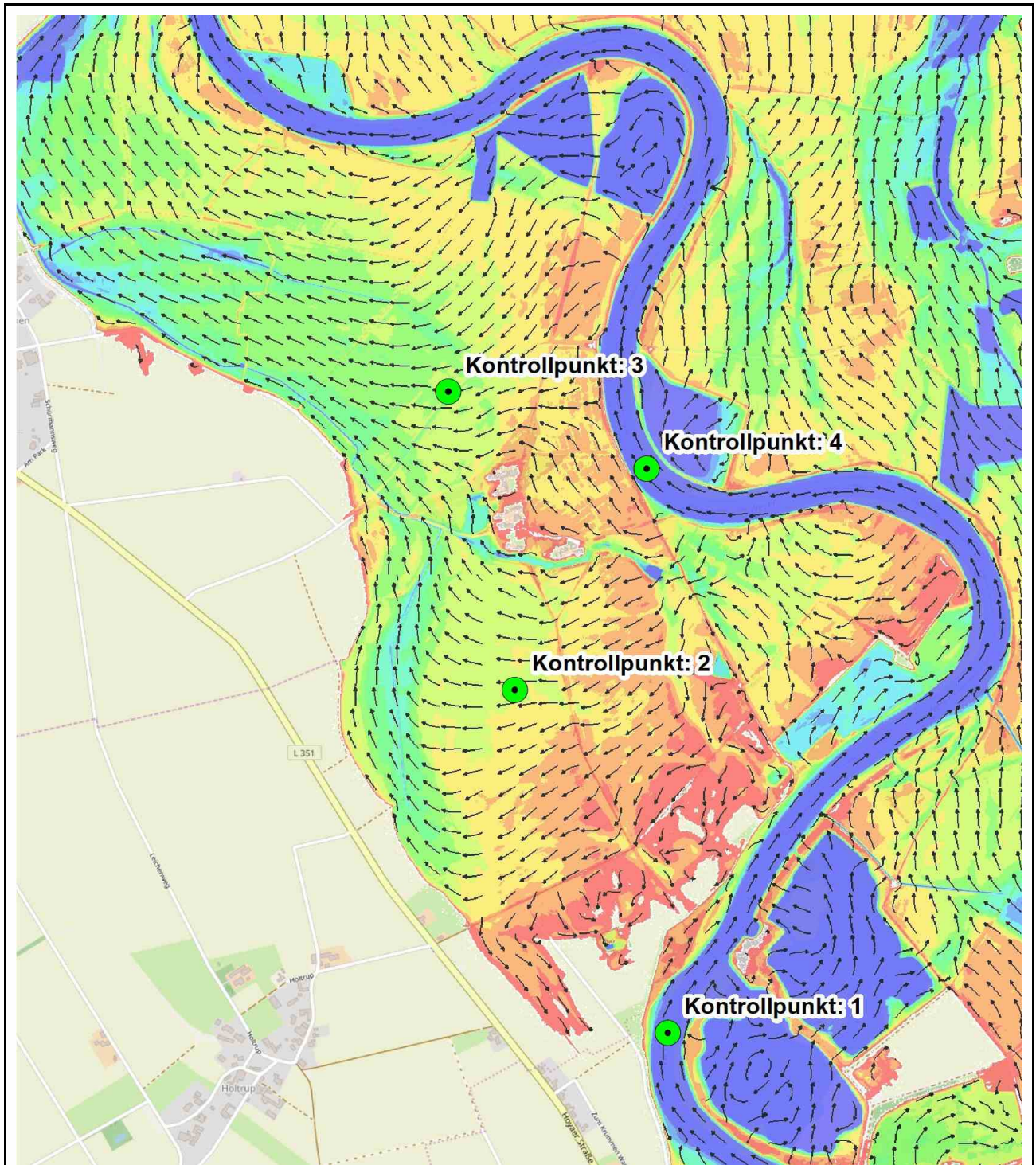
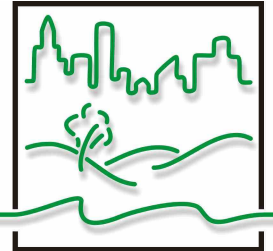


Bild 10 Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 3 Tagen und 0 Stunden
(über 3 m wird die Wassertiefe dunkel blau dargestellt) im IST-Zustand

Maßstab 1 : 20.000

Kartengrundlage: OpenStreetMap

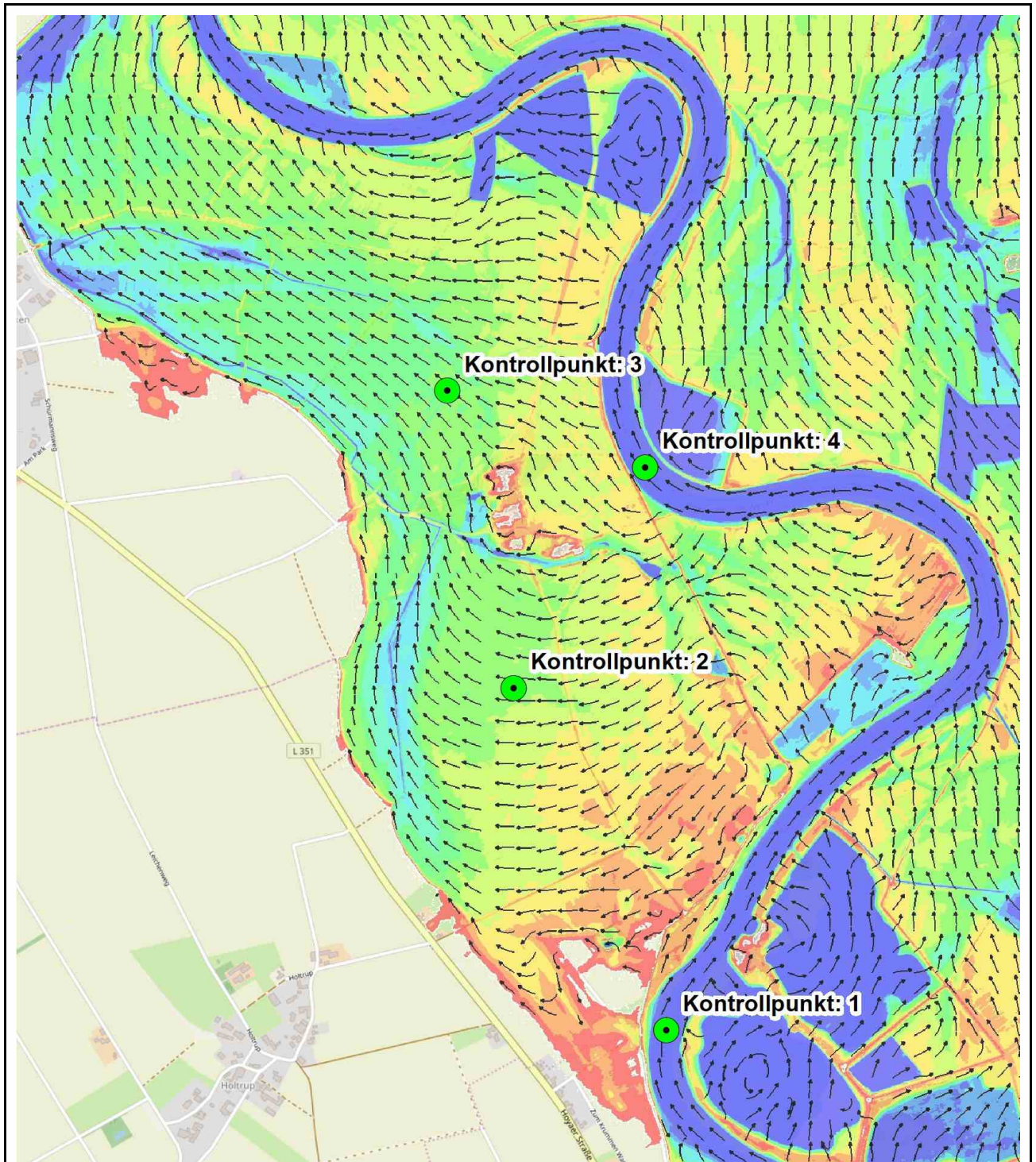
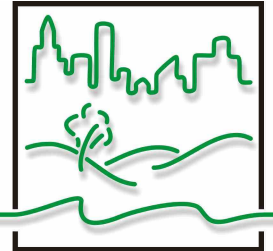
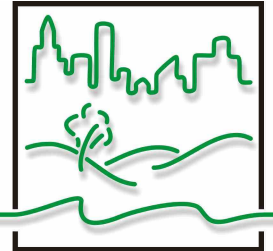


Bild 11 Fließrichtungen (Pfeile) und Wassertiefen (rot zu blau) nach 10 Tagen und 0 Stunden
(über 3 m wird die Wassertiefe dunkel blau dargestellt) im IST-Zustand

Maßstab 1 : 20.000

Kartengrundlage: OpenStreetMap



5.1.1 Wasserstandsverlauf / Hochwasserwelle

In BILD 12 ist jeweils der Verlauf der Wasserstände an den vier Kontrollpunkten (KP) im IST-Zustand dargestellt (Lage siehe BILDER 8 bis 11).

Man kann in BILD 12 gut erkennen, dass der KP 2 erst später überflutet wird als der KP 3. Bis ca. 55 Stunden Simulationsdauer liegt der Wasserstand am KP 2 unter dem Wasserstand von KP 3. Das Wasser strömt also von KP 3 nach KP 2. Danach dreht sich die Fließrichtung um und das Wasser strömt von KP 2 nach KP 3.

Da die Ortslage Stendern zwischen den KP 2 und KP 3 liegt und die Wasserstände an diesen beiden Kontrollpunkten nicht stark von einander abweichen, kann man aus den Kurven einen Wasserstand von unter 19,50 m ü. NHN für Stendern annehmen. Da die meisten Gebäude in Stendern im Mittel bei ca. 19,70 m ü. NHN liegen, bleiben sie knapp hochwasserfrei.

Zu beachten ist, dass der Wasserstand bei KP 4 in der Weser (obwohl dieser KP auf der Höhe von Stendern liegt) deutlich höher ist, als bei KP 2 und KP 3, da die Weser durch die Verwallung (Sommerdeich) vom "Polder" getrennt ist.

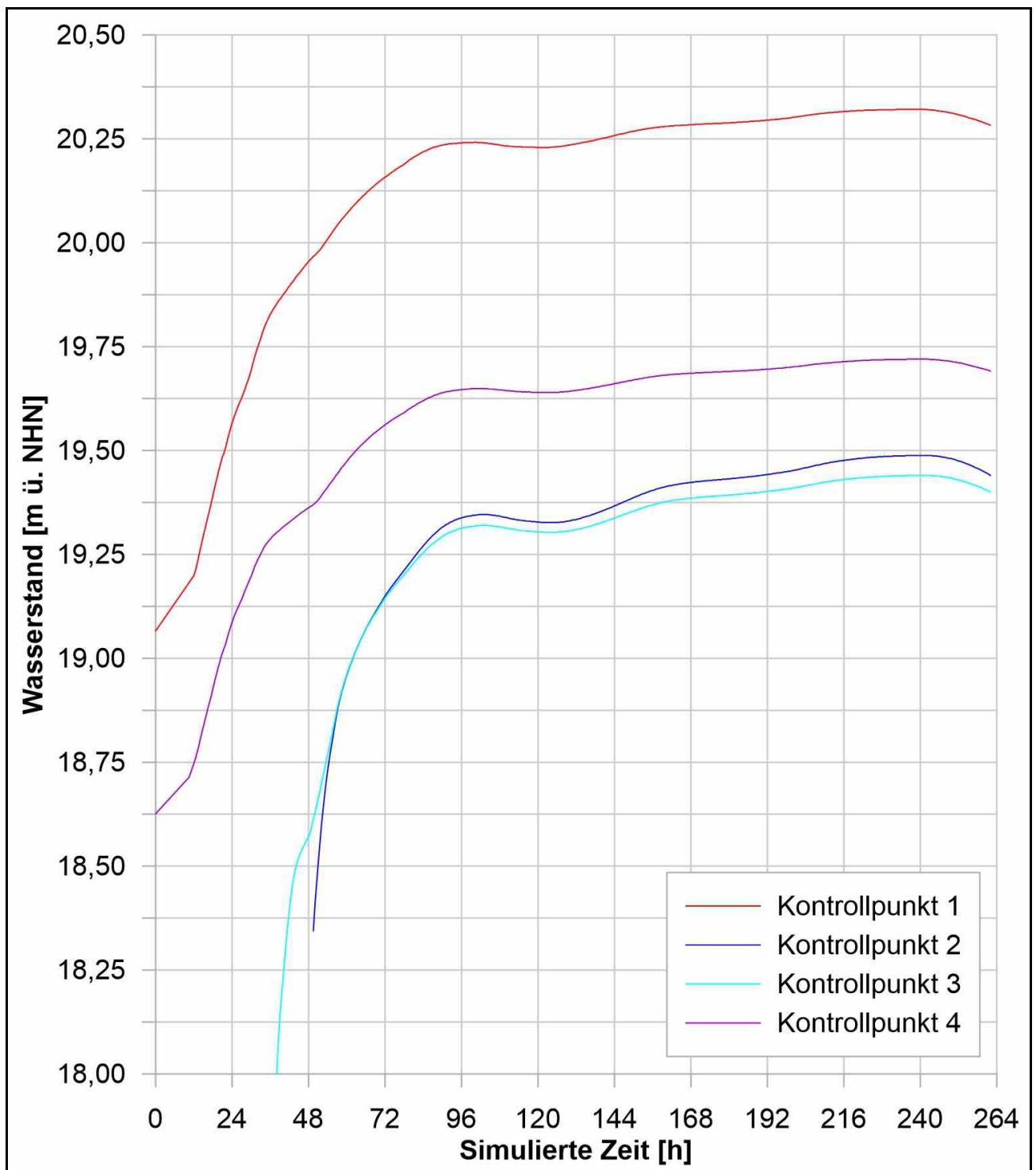
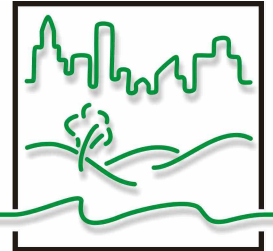
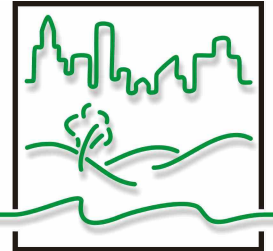


Bild 12 Wasserstände an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand

ohne Maßstab

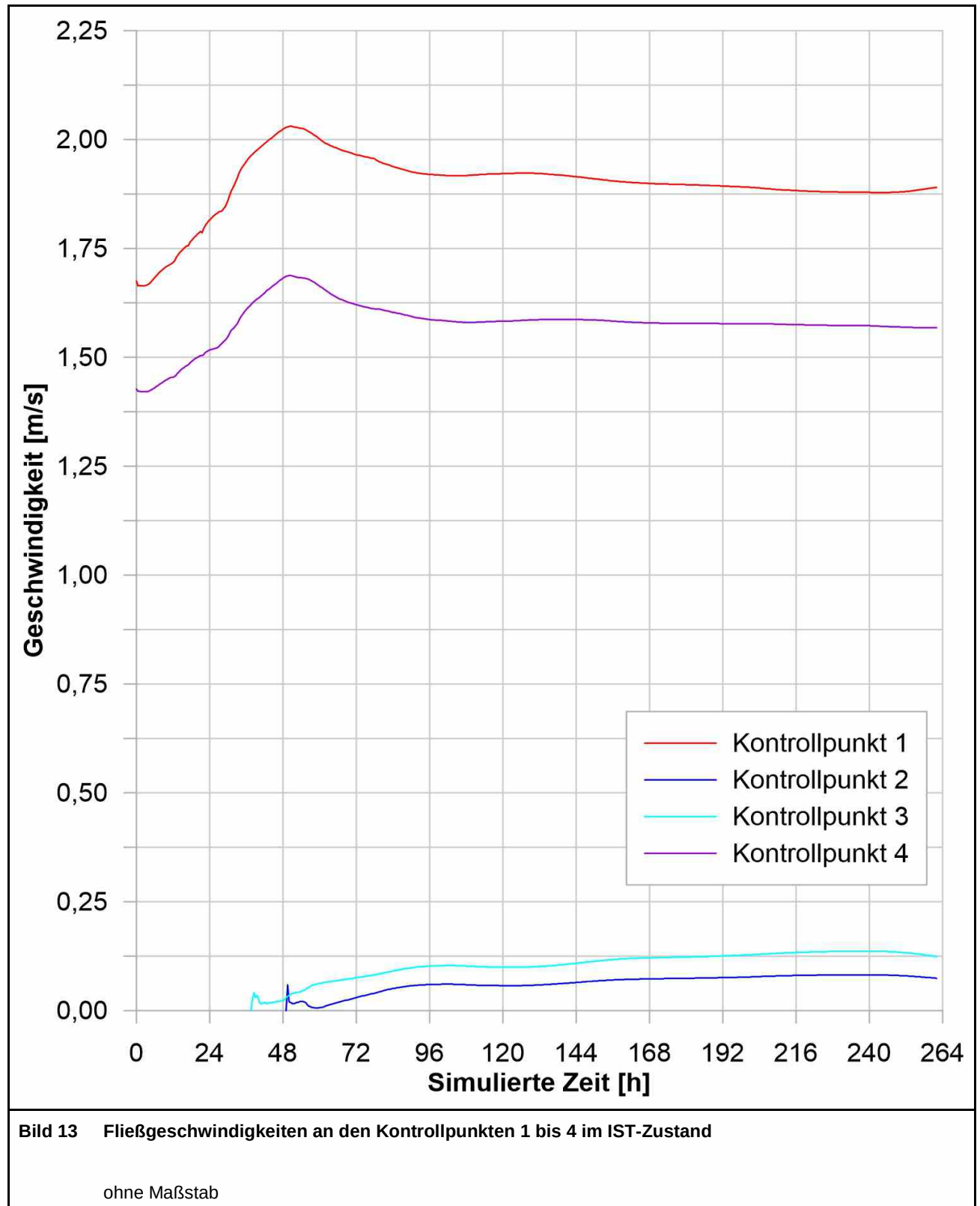
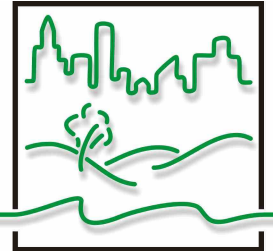


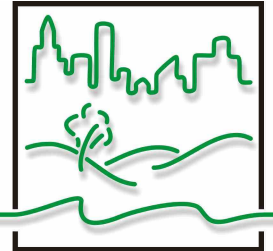
5.1.2 Fließgeschwindigkeiten

In BILD 13 ist der Verlauf der Fließgeschwindigkeiten an den vier Kontrollpunkten im IST-Zustand dargestellt.

Gut zu erkennen ist, dass die Fließgeschwindigkeit in der Weser mit der anlaufenden Hochwasserwelle zunächst ansteigt und dann bedingt durch den größeren Abflussquerschnitt auf Grund der Ausuferungen und dem langsameren Wasserstandsanstieg sogar wieder leicht sinkt.

An den Kontrollpunkten KP 2 und KP 3 liegt die Geschwindigkeit während der gesamten Simulation unter 0,2 m/s.





5.2 END-Zustand

5.2.1 Veränderung Wasserstandsverlauf / Hochwasserwelle

Der END-Zustand gibt den Zustand wieder, wie er im Wiederherstellungsplan (IDN 2021) definiert ist.

Dabei wird der Rückbau des Betriebsgeländes so durchgeführt, dass der Bereich nordwestlich der ursprünglichen Verwallung (Sommerdeich) auf ein Niveau von 20,00 m ü. NHN abgeschoben wird. Von diesem Punkt aus fällt das Gelände leicht zur Weser hin ab, bis der Bereich des Hafens erreicht ist. Der Hafen wird so verfüllt, dass die ursprüngliche Uferböschung wieder hergerichtet wird. Der in diesem Bereich rückgebaute Sommerdeich wird wieder, entsprechend seiner alten Geometrie / Oberkante, neu erstellt.

In ANLAGE 6.1 sind die Veränderungen des maximalen Wasserstandes dargestellt. Gut kann man erkennen, dass der Bodenabbau kaum einen Einfluss auf die Wasserstände hat. Die Veränderungen liegen überwiegend im Zentimeterbereich. Dabei stellt sich am östlichen Rand des Kiesabbaus ein Sunk und zwischen der Weser und dem Abbausee IV ein lokal begrenzter, geringer Aufstau ein (ANLAGE 6.1).

Um die Wasserstände auch über die gesamte Simulation vergleichen zu können, wurden Wasserstandskurven an den vier bereits verwendeten Kontrollpunkten in BILD 14 dargestellt. Da die Kurven von IST-Zustand und END-Zustand sehr ähnlich sind, wurden die Kurven des END-Zustandes durchgängig über die gestrichelten Kurven des IST-Zustandes gezeichnet.

Die Veränderungen erscheinen aber insgesamt so gering, dass durch die Maßnahme keine relevanten Verschlechterungen zu erwarten sind.

Auch kann aus diesen Ergebnissen geschlossen werden, dass Zwischenzustände, die im Antragsgebiet durch veränderte Vegetationszustände und Abgrabungen / Aufhöhungen entstehen, nur lokale Auswirkungen und keine relevanten Auswirkungen auf die Wasserstände haben werden.

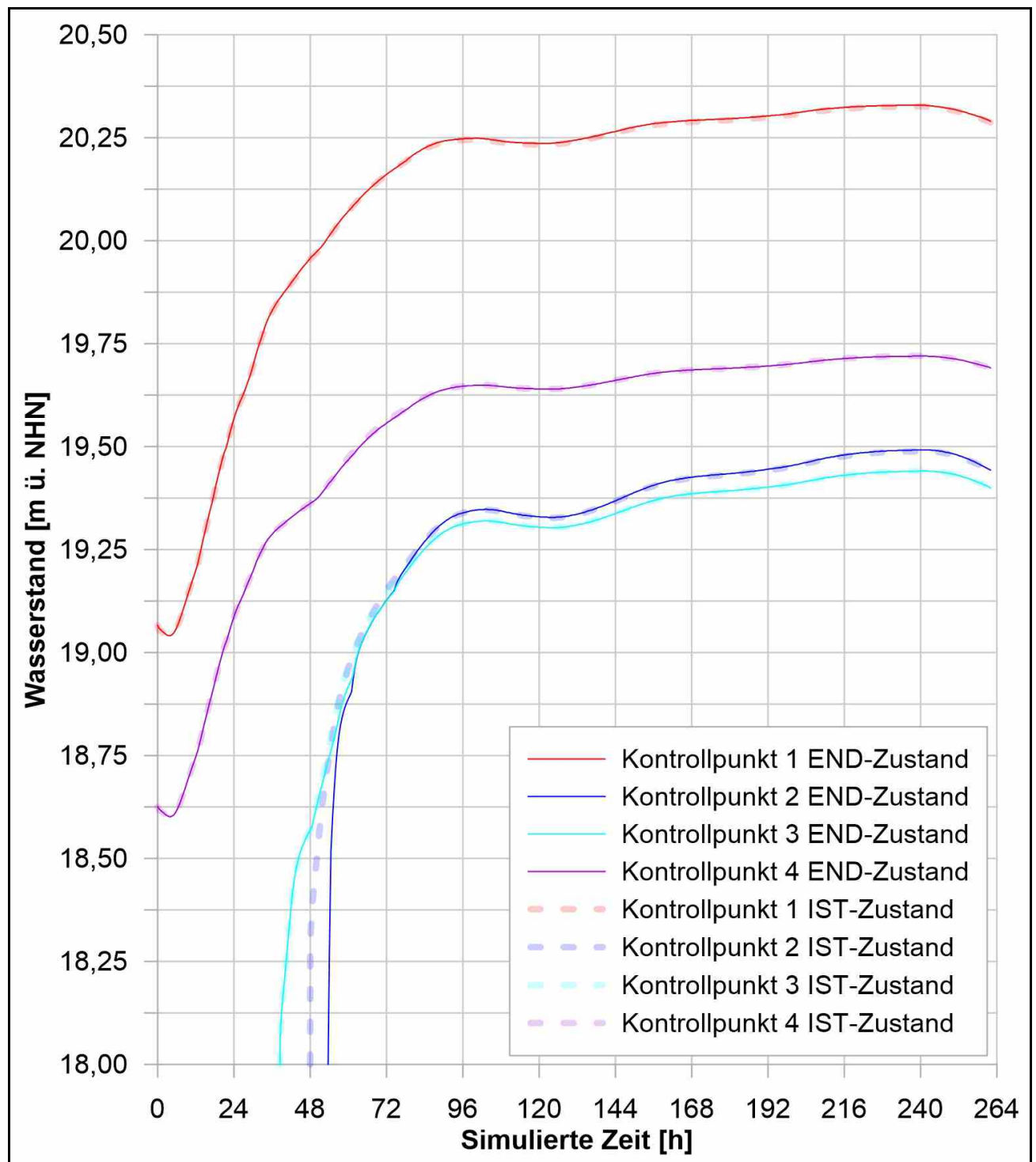
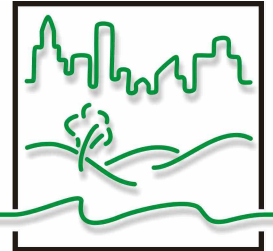
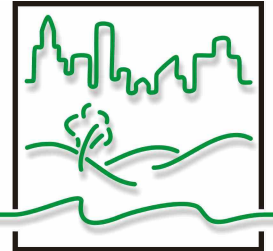


Bild 14 Wasserstände an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand

ohne Maßstab



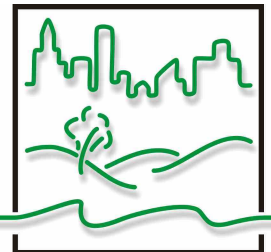
5.2.2 Verändertes Untersuchungsgebiet

Die in den BILDERN und ANLAGEN dargestellte Grenze entspricht einem früheren Planungsstand und weicht in den westlichen Randbereichen von der endgültigen äußeren Grenze (vgl. BILD 15) geringfügig ab. Diese Abweichungen sind aber in ihrer Lage / Fläche so geringfügig, dass Änderungen an den bis dato berechneten Ergebnissen nicht zu erwarten sind. Im Einzelnen betrifft dies das Flurstück 17, Flur 15, Flecken Bücken und das Flurstück 27/2, Flur 13, Gemeinde Schweringen (in BILD 14 grün schraffierte Flächen). Diese beiden Flurstücke werden von den beiden Eigentümern nicht mehr zur Verfügung gestellt und sind somit nicht mehr im Antragsgebiet enthalten.

Zum Zeitpunkt der Berechnungen lag diese Information noch nicht vor, sodass in den abgeschlossenen Berechnungen diese beiden Flächen mit berücksichtigt wurden. Aufgrund ihrer Randlage am Abbaubereich (keine geplante Wasserfläche im END-Zustand), der geringen Größe und des vorhandenen Bewuchses auf diesen Flächen ist nicht zu erwarten, dass durch den Wegfall dieser Flächen nennenswerte Veränderungen im Wasserstand und Fließverhalten auftreten werden.

Die für den Kiesabbau nicht mehr zur Verfügung stehenden Wege nebst Randstreifen der Gemeinden wurden im Modell entsprechend berücksichtigt. Eine Auflistung der betreffenden Flurstücke ist in TABELLE 3 enthalten.

Tabelle 3 Entfallende Flurstücke					
Gemarkung	Flur	Flurstück	Nutzung	Fläche [m²]	Eigentümer
Altenbücken	15	17		4.451	Flecken Bücken, Marktstr. 36, 27333 Bücken
Altenbücken	15	19	Weg	2.363	Flecken Bücken, Marktstr. 36, 27333 Bücken
Altenbücken	15	20	Weg	4.716	Flecken Bücken, Marktstr. 36, 27333 Bücken
Altenbücken	16	30	Weg	9.855	Flecken Bücken, Marktstr. 36, 27333 Bücken
Holtrup	13	5	Weg	2.375	Gemeinde Schweringen, Schloßplatz 2, 27318 Hoya
Holtrup	13	6	Weg	5.969	Gemeinde Schweringen, Schloßplatz 2, 27318 Hoya
Holtrup	13	25	Weg	1.090	Gemeinde Schweringen, Schloßplatz 2, 27318 Hoya
Holtrup	13	26	Weg	4.764	Gemeinde Schweringen, Schloßplatz 2, 27318 Hoya
Holtrup	13	27/2		3.024	Gemeinde Schweringen, Schloßplatz 2, 27318 Hoya



STADT-LAND-FLUSS
INGENIEURDIENSTE

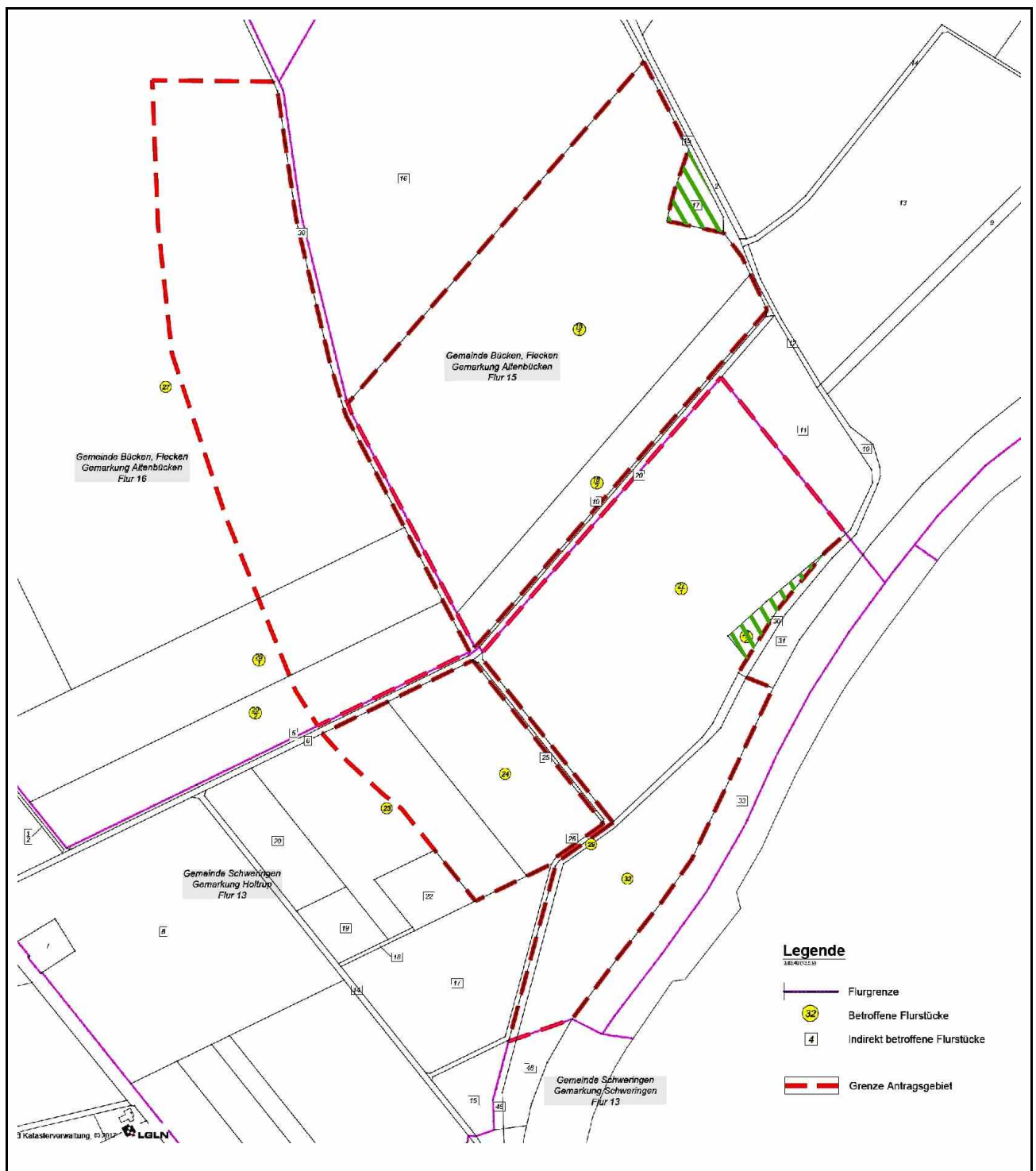
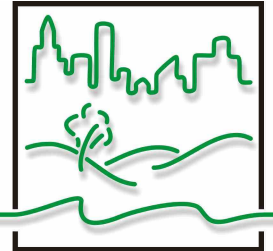


Bild 15 Flurkarte, grün = entfallende Flurstücke

Maßstab 1 : 8.000

Quelle: IDN, 2021



5.2.3 Veränderung Überschwemmungsgebiet

Da sich die vorhabensbedingten Wasserstandsänderungen (vgl. ANLAGE 6.1) an der äußeren Überschwemmungsgrenze nur sehr gering auswirken, kommt es im rekultivierten END-Zustand hier nicht zu einer relevanten Veränderung des Überschwemmungsgebietes.

In BILD 15 kann man erkennen, dass es nicht zu einer Verschlechterung der Hochwasserwelle und damit auch nicht zu negativen Auswirkungen kommt. Explizit seien hier auch die Schifffahrt, der Verkehr und nachbarschaftliche Grundstücke und Nutzungen genannt.

5.2.4 Veränderung Fließgeschwindigkeiten

Ähnlich wie die Wasserstandsänderungen sind die Fließgeschwindigkeitsänderungen in der Hochwasserspitze sehr gering. Hier ergibt sich eine Abnahme der Fließgeschwindigkeiten, die bis zur Ortschaft Stendern reicht (vgl. ANLAGE 6.2).

Durch das im END-Zustand etwas erhöhte Gelände des rückgebauten Kieswerkes ergibt sich in der Weser, in Fließrichtung rechts, eine geringe Zunahme der Fließgeschwindigkeiten (vgl. ANLAGE 6.2).

Im Bereich der neu entstandenen Wasserflächen (Abbauseen I - IV) kommt es lokal zu einem veränderten Fließverhalten (Ausbildung von "Wirbeln"). Dadurch kommt es auch auf den Wegen zwischen den Seen zu einer leichten Zunahme der Fließgeschwindigkeiten.

Der plötzliche Geschwindigkeitsanstieg bei Kontrollpunkt 2 nach rund 48 Stunden resultiert aus der beginnenden Überschwemmung an diesem Pegel. Mit steigendem Wasserstand und Einstau des Gebietes nehmen die Fließgeschwindigkeiten ab (vgl. BILDER 16 und 18).

Die Veränderungen erscheinen insgesamt aber so gering, dass von der Maßnahme keine relevante Verschlechterung zu erwarten ist.

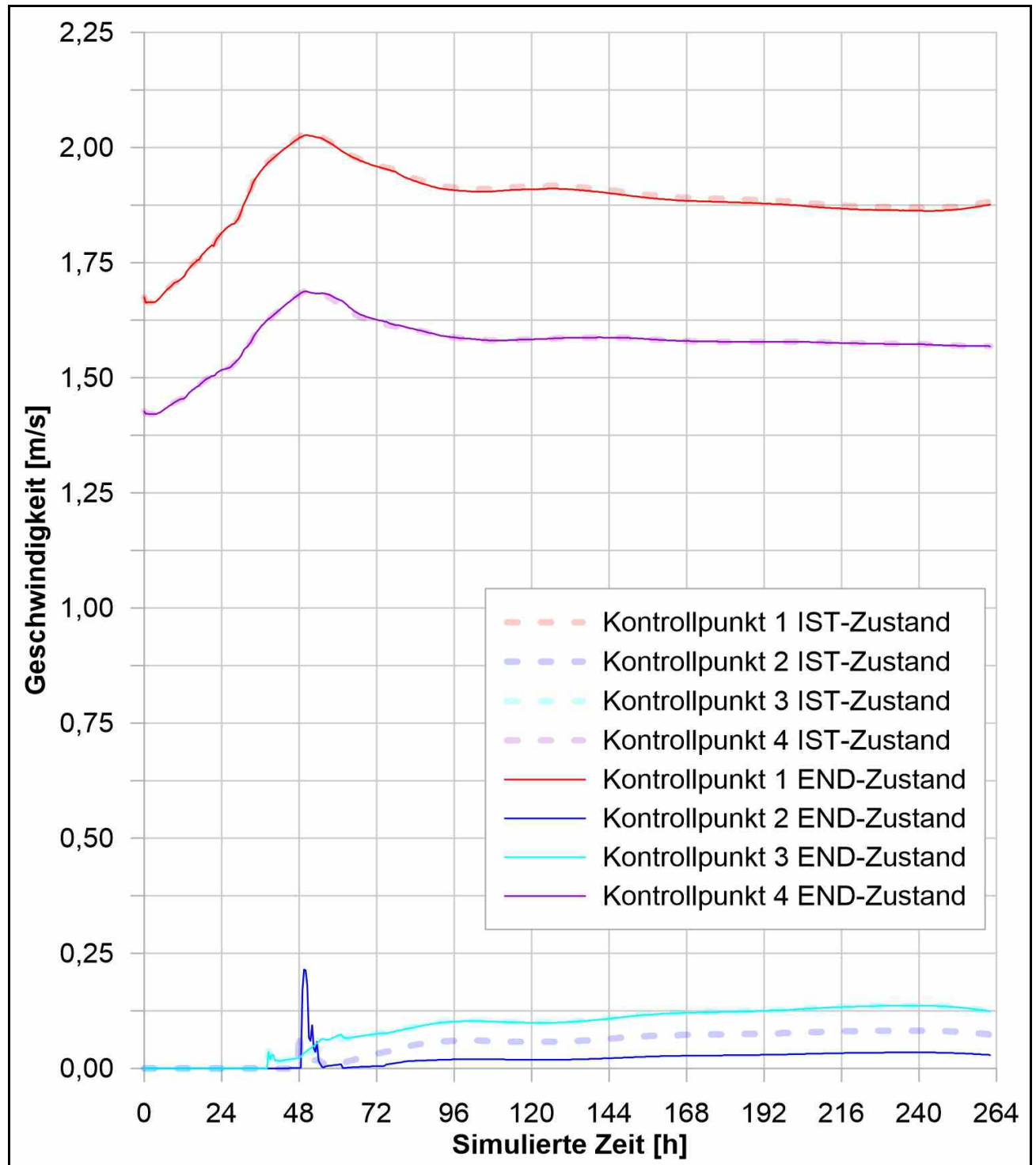
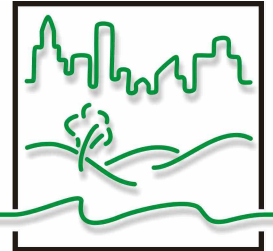
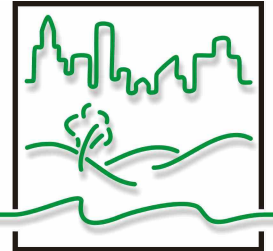


Bild 16 Fließgeschwindigkeiten an den Kontrollpunkten 1 bis 4 im IST-Zustand und END-Zustand

ohne Maßstab



5.2.5 Erosion END-Zustand

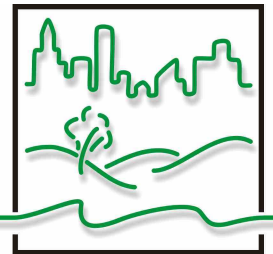
Bei der Füllung der vier Seen aus Richtung Stendern (vgl. TABELLE 4) kommt es beim Überströmen der Böschungen während der Füllung der Seen zu erhöhten Sohlschubspannungen (siehe ANLAGE 6.3).

Daher werden diese Überlaufbereiche im END-Zustand entsprechend gesichert, um eine rück-schreitende Erosion zu verhindern (vgl. ANLAGE 3, Abbauplan IDN 2021).

Eine Absenkung der entsprechenden Uferbereiche um 0,5 m - 1,0 m hilft, die Einströmpfade klar zu definieren und die Sohlschubspannungen zusätzlich zu verringern, da die größten Sohlschubspannungen während der Teichfüllung, also zu Beginn der Hochwasserwelle, auftreten.

Tabelle 4 Kritische Einlaufbereiche der vier Seen im END-Zustand		
Abbausee *)	kritische Einlaufbereiche *) max. Sohlschubspannung > 30 N/m ²	max Sohlschubspannung [N/m ²]
III	1	bis zu 210
II	2	bis zu 260
II	3	bis zu 230
II	4	bis zu 60
IV	5	bis zu 185
I	6	bis zu 210
I	7	bis zu 70
I	8	bis zu 200
*) Lage vgl. ANLAGE 6.3		

Sohlschubspannungsveränderungen außerhalb des Antragsgebietes liegen im Bereich der Berechnungsungenauigkeiten und stellen keine Verschlechterung dar.



5.3 Füllung und Entleerung der Seen

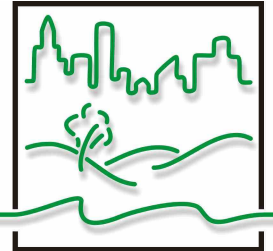
Die Füllung der Seen wird in TABELLE 4 zeitlich beschrieben.

Tabelle 5 Füllung der Seen ausgehend vom Mittelwasserstand in den Seen	
Zeit [h]	END-Zustand mit vier Seen
44	Beginn der Füllung des Abbausees III an Einlaufbereich 1 (ANLAGE 6.3)
47	Beginn der Füllung des Abbausees II an Einlaufbereich 2 (ANLAGE 6.3)
54	Abbausee III gefüllt
56	Beginn der Füllung des Abbausees II an Einlaufbereich 3 (ANLAGE 6.3)
58	Beginn der Füllung des Abbausees II an Einlaufbereich 4 (ANLAGE 6.3)
60	Beginn der Füllung des Abbausees IV an Einlaufbereich 5 (ANLAGE 6.3)
61	Abbausee II gefüllt
62	Beginn der Füllung des Abbausees I an Einlaufbereich 6 (ANLAGE 6.3)
64	Beginn der Füllung des Abbausees I an den Einlaufbereichen 7 und 8 (ANLAGE 6.3)
71	Abbausee IV gefüllt
74	Abbausee I gefüllt
76	Alle Seen mit gleichem Wasserstand von 19,18 m ü. NHN

Die Entleerung der Seen geschieht bis zum Absinken des Wasserstandes auf das Niveau des umliegenden Geländes ähnlich der Entleerung des "Polders" im IST-Zustand. Nachdem der Wasserspiegel in den Seen tiefer als das umliegende Gelände liegt, erfolgt ein weiteres Absinken durch Versickerung ins Grundwasser, beeinflusst durch den sinkenden Wasserstand in der Weser.

Die vier Kiesteiche im END-Zustand haben auf die Entleerung bzw. die Einstauzeit des Wassers im Polders keinen Einfluss. Dies verhält sich ähnlich wie im IST-Zustand. Lediglich zu Beginn der Hochwasserwelle ergibt sich ein positiver Effekt durch das Füllen der vier Retentionsräume in den Seen (Volumen zwischen Oberkante Gelände bis zum Teichwasserstand). Dies hat aber nach Füllung der Seen im weiteren Verlauf der Hochwasserwelle keinen Einfluss mehr auf das Hochwassergeschehen.

Da keine Anbindung an den Stenderngraben geplant ist, wird es auch nicht zu einer Beaufschlagung des Grabens mit zusätzlichem Wasser kommen, da das Grundwasser aus den Seen direkt in Richtung Weser fließt.



6 Deichbruch

Im Rahmen der hydraulischen Untersuchungen sollte auch untersucht werden, welche Veränderungen sich bei einem Deichbruch im rekultivierten END-Zustand ergeben. Dazu wurde stromauf des geplanten Kiesabbaus für den vorhandenen Sommerdeich an seiner niedrigsten Stelle ein Deichbruchszenario berechnet. Um entsprechende Veränderungen zum IST-Zustand aufzeigen zu können, wurde ein Deichbruch sowohl für den IST-Zustand als auch für den END-Zustand berechnet. Für diese Berechnungen wurden die gleichen Randbedingungen (Zuflüsse, Hochwasserwelle) wie in den bisherigen Berechnungen angenommen.

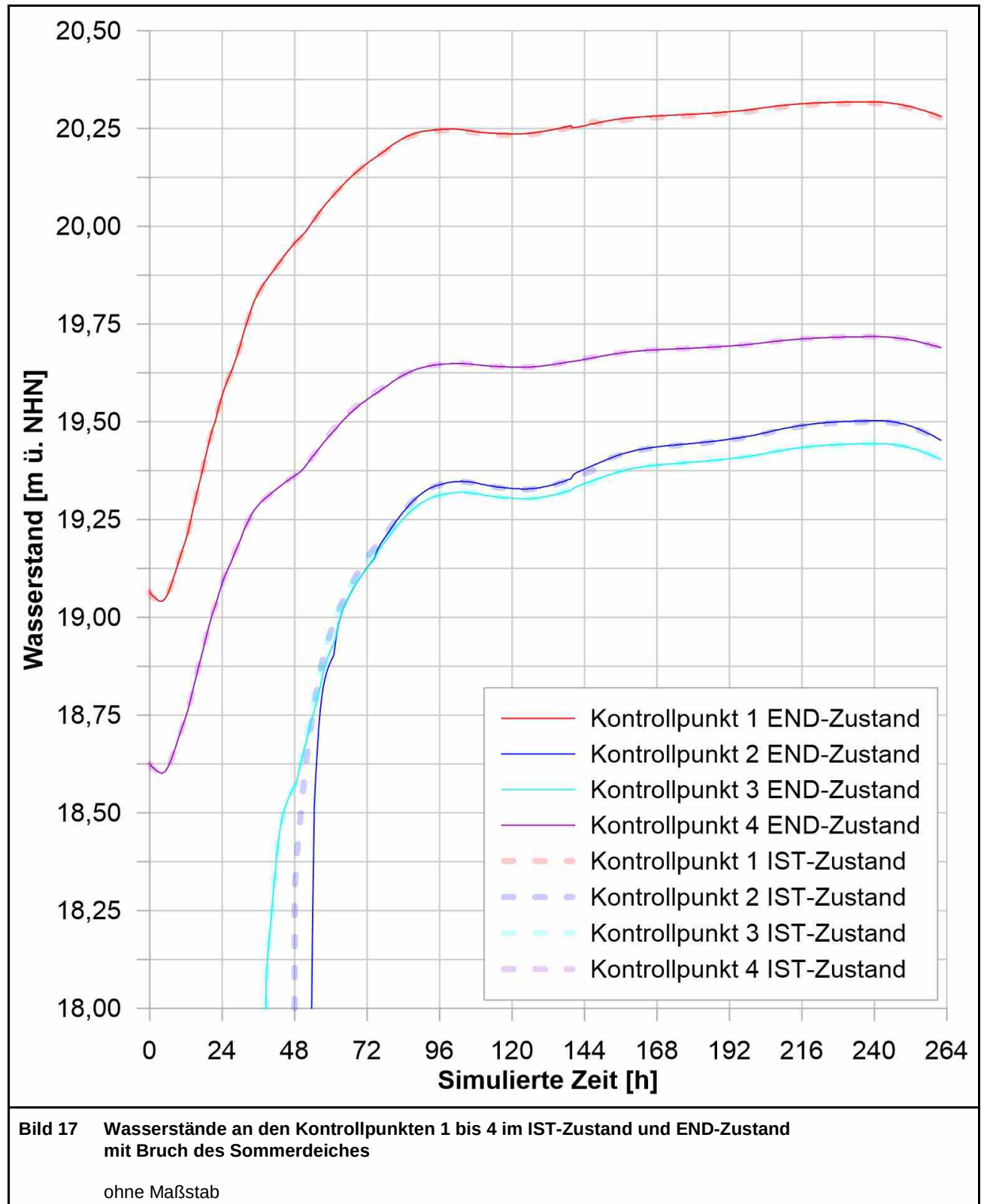
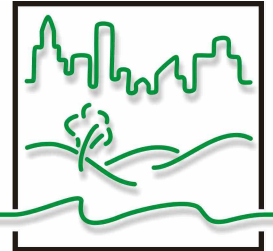
Dabei wurde in den instationären Modellrechnungen ein Versagen des Sommerdeiches ab dem Zeitpunkt angenommen, an dem der Wasserstand von der Weserseite her die Deichoberkante erreicht. Ab diesem Zeitpunkt (Wasserstand = Oberkante Deich ~20,25 m ü. NHN) kann ein Überströmen des Deiches mit möglicher rückschreitender Erosion erfolgen. Ab diesem Wasserstand wurde die Oberkante des Sommerdeiches auf einer Länge von rund 40 Metern auf das Niveau des anstehenden Geländes abgesenkt. Für den IST-Zustand erfolgte diese Annahme nach 148 Stunden und für den END-Zustand nach 139,5 Stunden. Diese Zeitdifferenz ergibt sich aufgrund des geringen Aufstaus im END-Zustand gegenüber dem IST-Zustand.

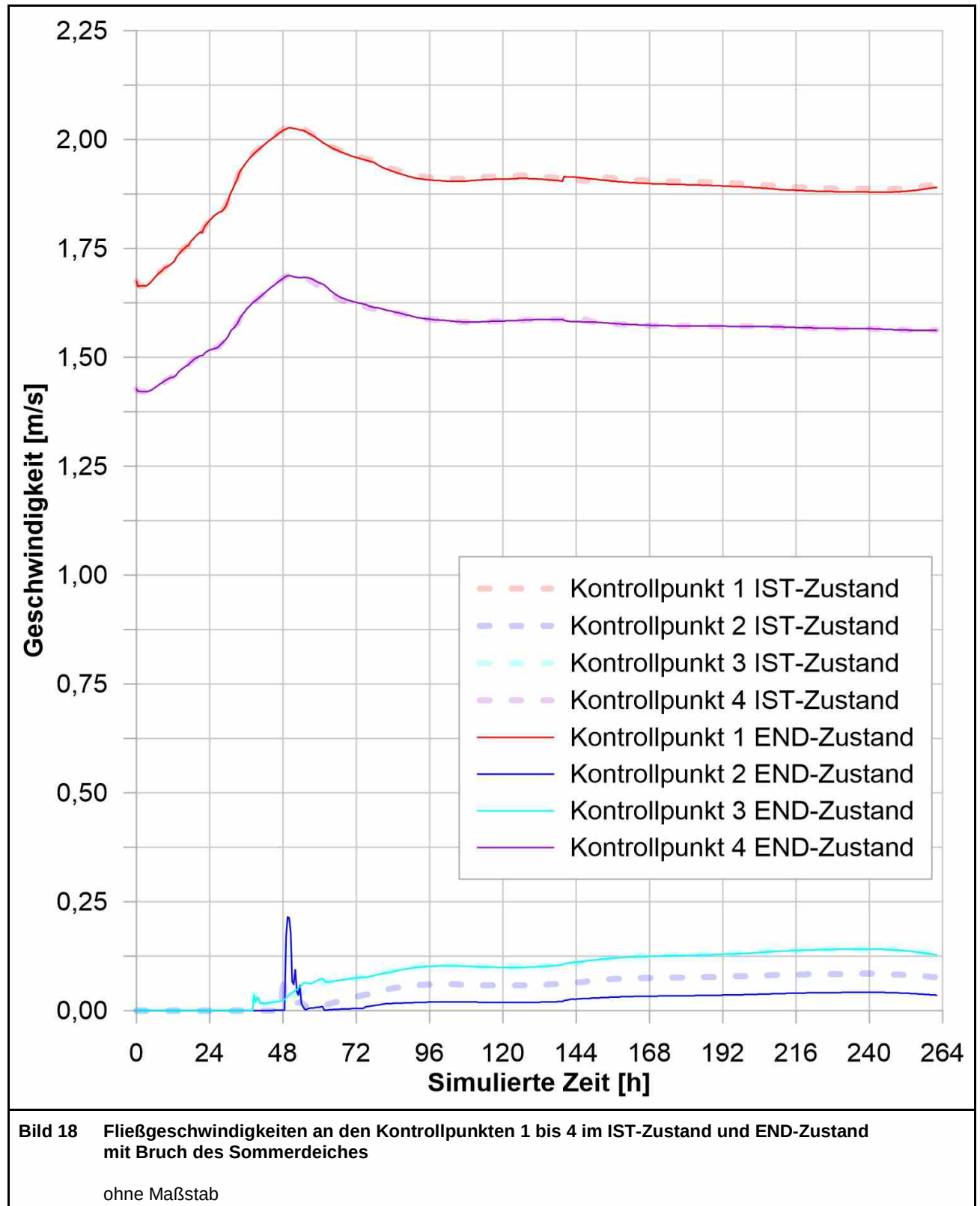
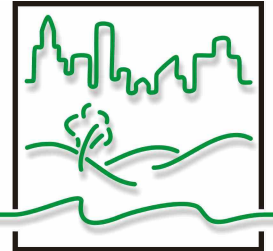
Im Vergleich der maximalen Wasserstände und Geschwindigkeiten zwischen IST-Zustand und END-Zustand kommt es zu keinen nennenswerten Veränderungen (vgl. ANLAGE 7.1 und 7.2). Die Veränderungen sind denen ohne Deichbruch sehr ähnlich.

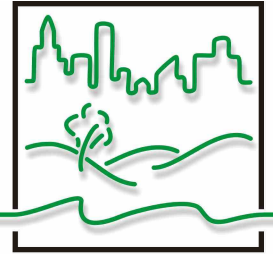
Des weiteren wurden die Auswirkungen für die vier Kontrollpunkte in Form von Wasserstands- und Fließgeschwindigkeitskurven in den BILDERN 17 und 18 dargestellt.

Es lässt sich in BILD 17 zum Zeitpunkt des Deichbruchs eine geringe, sehr kurzzeitige Veränderung in den Wasserständen erkennen, die sich durch das dynamische Fließverhalten der "kurzzeitig entstehenden kleinen Flutwelle" beim Sommerdeichbruch ergeben. Ansonsten weisen die Ganglinien vom IST-Zustand und END-Zustand bis zum Zeitpunkt des maximalen Wasserstandes nach rund 240 Stunden und danach keine Veränderungen auf.

Somit kommt es bei einem Deichbruchszenario während der gesamten Simulationszeit von rund 264 Stunden nur kurzfristig (zum Zeitpunkt des Deichbruchs) für ca. 4 Stunden zu lokalen Veränderungen, die keine nennenswerten Auswirkungen auf angrenzende Nutzungen und Flächen haben. Für den Zeitraum der maximalen Wasserstände ergibt sich keine Veränderung der Wasserstände, sodass für den END-Zustand bei einem Deichbruch keine negativen Veränderung zu erwarten sind.







7 Eisgang

7.1 Vorbemerkungen

Aufgrund von Einwendungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens zum Kiesabbau bei Bücken sollte die Möglichkeit einer durch den Kiesabbau bedingten Gefahrenänderungen bei Eisbildung/Eisgang auf der Weser untersucht werden.

Da der Kiesabbau überhaupt nur bei Hochwasser mit dem Fließgeschehen in Kontakt kommt, muss der kombinierte Fall "Hochwasser und Eisbildung/Eisgang" betrachtet werden. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde hierfür das Bemessungsereignis HQ_{100} zugrunde gelegt.

Mittels Modellberechnungen lassen sich entsprechende Untersuchungen aktuell auf Grund der Komplexität der Vorgänge nicht realitätsnah abbilden. Auf eine gesonderte 2D-Simulation wird daher nach Rücksprache mit dem Landkreis Nienburg verzichtet.

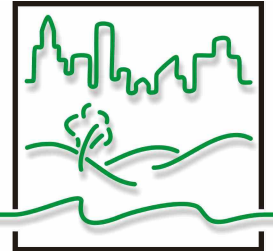
Eine Auswertung zu historischen Ereignissen zur Eisbildung und deren Wahrscheinlichkeit insbesondere bei Hochwasserereignissen, zur Vorhersagbarkeit solcher Ereignisse, der entsprechenden Gegenmaßnahmen seitens der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltungen und letztlich zu Auswirkungen des Klimawandels in Bezug auf zukünftige Ereignisse lässt jedoch sehr verlässliche Aussagen zu.

Im Zuge der Recherche zu den nachfolgend dargelegten Sachverhalten hatten mit der Thematik vertraute Vertreter des Wasserstraßen- und Schifffahrtsamts Weser - Fachbereich Schifffahrt, Wasserstraßenaufsicht und Gewässerkunde sowie der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) - Referat M2 - Wasserhaushalt, Vorhersagen und Prognosen angeboten, unseren Bericht zum Thema "Eisgang" gegenzulesen. Korrektur- und Ergänzungshinweise wurden eingearbeitet.

7.2 Grundlagen der Eisbildung

Die wesentlichsten Voraussetzungen zur Bildung von Eis auf Gewässern sind zunächst die meteorologischen Bedingungen. Über einen ausreichend langen Zeitraum müssen Temperaturen herrschen, die den Wasserkörper auf unter 0°C abkühlen lassen. In [1] heißt es dazu: "Sowie die Wassertemperatur 0°C erreicht hat und der Wasserkörper nur geringfügig weiter unterkühlt wird, entsteht Schwebes. Dazu sind jedoch erheblich unter 0°C liegende Lufttemperaturen über der Wasseroberfläche (mindestens -8°C) erforderlich." ([1], S. 414)

In Fließgewässern sind aufgrund der Durchmischung des Wasserkörpers für die Bildung von Eis extremere Temperaturen nötig, als in stehenden. In der KLIWAS Schriftenreihe KLIWAS-47/2014 [4]



wird das in BILD 19 dargestellte Schema angeführt, um unterschiedliche Eisregime zu klassifizieren. Daraus geht hervor, dass bereits ab einer Fließgeschwindigkeit von 0,8 m/s ein dynamisches Regime gilt, in dem sich das oben erwähnte Schwebeis bilden kann. Der betrachtete Bereich der Weser mit mittleren Fließgeschwindigkeiten von über 1,25 m/s (vgl. Kontrollpunkte 1 und 4 in den BILDERN 13, 16 und 18) kann somit einem dynamischen Regime zugeordnet werden.

	Eisregime		
	„statisch“	„bedingt dynamisch“	„dynamisch“
Beispiel	Seen, Kanäle	staugeregelte Gewässer	frei fließende Gewässer
Fließgeschwindigkeit	< 0,2 m/s	0,2 - 0,8 m/s	> 0,8 m/s
Erste Eisbildung	Randeis	Randeis, Treibeis (insbesondere nach Schneefall)	Randeis, Grund- und Schwebeis, Treibeis
Vereisung	gleichmäßige Eisdecke	Eisdecke (nicht gewölbt), Eisstauungen oberhalb der Wehre	Eisstand und Eisstauungen; streckenweise Eisbrei unter der Eisbedeckung
Verschlusstendenz	von den Ufern zur Mitte	von den Ufern zur Mitte, von unterstrom nach oberstrom	von unterstrom nach oberstrom
Tauprozess	beginnend an Randwas-serzonen und offenem Wasser Scholleneis / Eistreiben	beginnend im Hauptge-rinne Eistreiben / Scholleneis, Randeis	beginnend im Hauptge-rinne Eisrücken, Eisgang, Randeis
Besonderheiten	verhältnismäßig größte durchgehende Eisdecken und längste Eisperioden thermische und windbedingte Eispressungen an Ufern	verhältnismäßig geringe Eisdecken und kurze Vereisungsdauer	hohe mechanische Belastungen wasserbau-licher Anlagen bei Eisbewegung

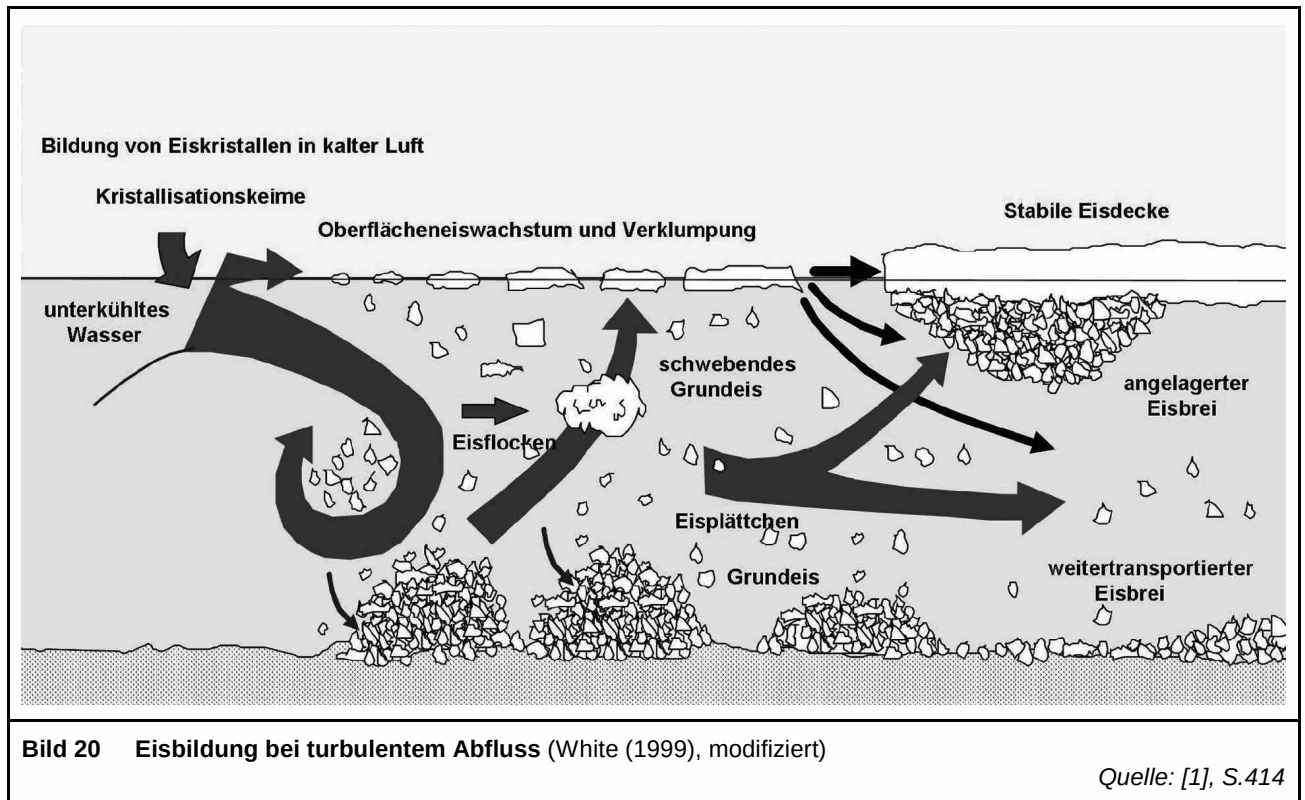
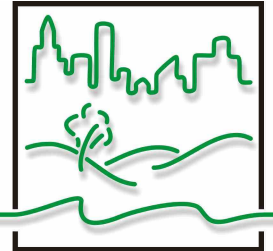
Bild 19 Schema der Eiserscheinungen für Binnenwasserstraßen (modifiziert nach Voß 1998)

Quelle: [4], S.18

Neben der Lufttemperatur spielen auch weitere Faktoren für die Bildung von Eis in und auf Fließgewässern eine Rolle. So weisen bspw. stark durch Wärmeeinleitungen belastete Gewässer trotz entsprechend hoher Kältesummen keine oder nur noch sehr selten Eisbildung auf (vgl. [4], S. 33).

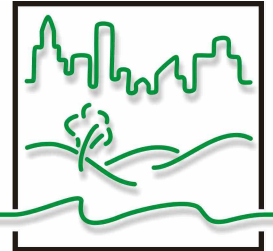
Auch die Wirkung von Einträgen salzhaltiger Abwässer kann die Eisbildung verzögern. Durch Abwässer aus der Salzgewinnung trifft dies auch auf die Weser zu.

Sobald sich der Wasserkörper so stark abgekühlt hat, dass der Gefrierpunkt erreicht ist, bildet sich bei turbulentem Abfluss zunächst Schwebeis an Kristallisationskeimen aus (vgl. BILD 20).



Zur Entstehung von Eis bei turbulentem Abfluss wird in [1] weiterhin erläutert: "Eine wichtige Voraussetzung für die Bildung von Schwebeis ist eine eisfreie Wasseroberfläche. Sobald sich eine Eisdecke an der Wasseroberfläche ausgebildet hat und damit an der Eisunterseite die Gefrierpunktemperatur erreicht werden kann, ist der weitere Wärmeaustausch mit der darüber befindlichen sehr kalten Luft eingeschränkt bzw. unterbrochen. Diese Erscheinungen sind zuerst an den flachen Ufern der Flüsse oder in Vorlandbereichen bei Hochwasserabfluss zu beobachten. Hier herrschen in der Regel geringe Fließtiefen und -geschwindigkeiten sowie Turbulenzgrade vor. Kommt es nicht zur Bildung einer Eisdecke, setzen im weiteren Verlauf häufig die Verklumpung oder das Zusammenfrieren des Schwebeseises ein.

Es bilden sich gerade in sehr kalten Nächten fortlaufend immer größere Eisstücke (Eisflocken) bis hin zur Eisbrei- und Schollenbildung. Eisbrei schwimmt in der turbulenten Strömung auf und kann eine stationär fließende Eisbreidecke von erheblichen Ausmaßen (bis zu mehreren Kilometern Länge) oder auch Treibeis bilden. Man spricht in diesem Fall auch von der 'dynamischen Eisbildung'. Die Dicke des Eises kann durch abgetauchten und sich festsetzenden Eisbrei [...] weiter anwachsen. Schließlich kommt es, oftmals begünstigt durch lokale Unregelmäßigkeiten im Flussquerschnitt, durch Festsetzen und Aufschieben des Treibeises zum Eisstand [...]. In Abhängigkeit von der Wasserführung, der Querschnittsausbildung (Fließtiefe, Breite), dem Turbulenzgrad und dem zeitlichen Verlauf



des Frostereignisses (Dauer, Bewölkung, Temperaturamplitude, Windverhältnisse) kann neben Schwebeis in Fließgewässern auch Grundeis auftreten." ([1], S. 414-415)

So genanntes Ankereis bildet sich, wenn an der Wasseroberfläche entstandenes oder schwimmendes Eis untertaucht und an der Gewässersohle haften bleibt. (vgl. [7], Stichwort 'Ankereis')

7.3 Vorhersagbarkeit der Eisbildung auf Fließgewässern

Nach [4] können "die Bildung verschiedener Eistypen (Schwebeis, Treibeis, Randeis, Grundeis), das thermisch bedingte Wachsen sowie der wärmebedingte Abbau und das Aufbrechen der Eisdecke in Abhängigkeit von ihrer Stabilität [...] großräumig simuliert werden." ([4], S. 13)

Voraussetzung für Berechnungen mit Eismodellen sind jedoch geeignete Mess-, Beobachtungs- und Vorhersagedaten. Gerade für Flussgebiete in Deutschland ist nach [4] jedoch festzustellen, dass in der Vergangenheit im Gegensatz zu Analysen im Sommer statistische Untersuchungen zur Eissituation nur nachrangig erfolgt sind. "Bereits die Praxis der 'Eisbeobachtung' steht dabei teilweise in erheblicher Diskrepanz zu den von Eismodellen geforderten Ergebnissen." ([4], S. 14)

Diese Feststellung lässt den Schluss zu, dass mit einer umfangreicheren Datenerhebung zuverlässigere Ergebnisse der Eismodelle zu erwarten wären.

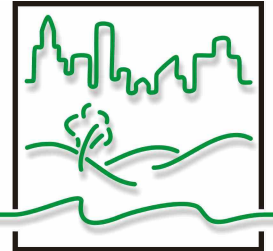
Die von der BfG betriebenen Eismodelle bieten somit entweder großräumige Informationen zur Vorhersage von Eis auf Gewässern oder sind auf Kanäle ausgelegt, die nach BILD 19 Gewässer des Eisregimes 'bedingt dynamisch' darstellen und somit nicht direkt vergleichbar mit Fließgewässern sind. In Fließgewässern spielen für die Bildung von Eis noch weitere Faktoren wie Fließgeschwindigkeit und Abflussmenge eine Rolle, die die Vorhersage von Eis erschweren.

7.4 Auswirkungen von Eis und mögliche Schäden

7.4.1 Allgemeines

In [1] werden die Auswirkungen, die Eis in und auf Fließgewässern haben kann, ausführlich erläutert:

"In Fließgewässern wird durch Eis das Abflussgeschehen auf vielfältige Weise beeinflusst. In erster Linie wirkt sich die Veränderung der Rauheitsverhältnisse, z. B. infolge von Rand- oder Grundeis oder durch eine geschlossene Eisdecke, auf die Strömungsverhältnisse aus. Auch ohne eine vollständige Eisdecke ergibt sich oftmals eine signifikante Beeinflussung der Wasserstands-Abfluss-Beziehung.



In Bereichen geringer Fließgeschwindigkeiten (Querschnittsaufweitungen) kommt es zur Ansammlung von Eisbrei unterhalb der Eisdecke. Die Eisdecke kann dadurch enorme Dicken annehmen und die Fließfläche stark dezimieren, sich durch Auftriebskräfte verformen und hydraulisch wie ein Staubalkenwehr wirken. Grundeisdämme und hängende Eisdämme beeinflussen i. d. R. die Wasserspiegelausbildung und den stromauf wirkenden Anstieg." ([1], S. 448)

"Im Zusammenhang mit Eisversetzungen sind oftmals Abflüsse im Bereich des Mittelwassers ausreichend, damit großflächige Überschwemmungsgebiete entstehen." ([1], S. 450)

"Die geschilderten Ausbildungen von auf den Fließquerschnitt bezogenen Eisformationen wirken sich stets auf die qualitative und quantitative Ausbildung der Strömung bzw. des Abflusses aus." ([1], S. 450-451)

Auf Bauwerke am Gewässer können dabei unterschiedliche Kräfte einwirken. Die Bewegung von Eis erzeugt Druck- und Druckstoßbelastungen. Die Ausdehnung der Eisdecke ruft thermischen Eisdruck hervor. Diese Kräfte wirken weitgehend horizontal. Vertikale Kräfte können durch Wasserstandsänderungen und anhaftendes Eis in Bauwerke übertragen werden. (vgl. [1], S. 453)

Eine Vorhersage von Schäden an Bauwerken ist dabei aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren wie Geometrie des Bauwerks, Eisdicke, Temperatur, Strömung usw. nur bedingt möglich.

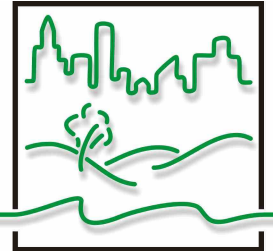
Einen Überblick über Risiken und mögliche Schäden durch Eis gibt auch [3]":

Risiken durch aufbrechendes Eis

Die größte Gefahr setzt bei Tauwetter ein. Dabei steigen die Wasserstände, die geschlossene Eisdecke hebt sich, zerbricht und reißt vom Ufer ab. Die abschwimmenden Eismassen schieben sich unter die noch intakte Eisdecke und erzeugen einen Eisstau. Dadurch wird das zugefrorene Gewässer weiter aufgebrochen - bis hin zur Flussmündung. Dieser Vorgang nennt sich Eisgang. Wird der Abfluss des Wassers durch das Eis behindert, entsteht ein Rückstau und das Wasser tritt innerhalb kürzester Zeit über die Ufer.

Gefährdung von Deichanlagen

Bei Treibeis oder - schlimmer noch - Eisgang kann an der Böschung von Deichen der Rasen abgeschält werden. Dadurch wird die Standsicherheit des Deiches beeinträchtigt. Darüber hinaus können Eisschollen in die Böschungen gedrückt werden. Fallen die Wasserstände, kippen die Eisschollen ab und beschädigen die Böschung. An der Schadstelle hat das Wasser die Möglichkeit, den Deich anzugreifen und zu



zerstören. Höchste Gefahr droht, wenn sich das Eis auf die Deichkrone schiebt und diese durch gestauten Wasser überströmt wird. Einer solch großen Belastung hält der Deich nur kurze Zeit stand.

Gefährdung von Brücken und Durchlässen

Für Brücken und Durchlässe ist Eis ein großes Risiko. Eiszusammenschiebungen und Eisversatz vor Brücken können zu deren Einsturz führen. Eine vergleichbare Wirkung haben auch Eisschollen, die mit der Wasserströmung gegen die Pfeiler prallen. Wenn das Wasser ansteigt, können außerdem beispielsweise Stege mit angehoben werden und ebenfalls Ursache für Zerstörungen sein. Werden Durchlässe durch Eis verschlossen, staut sich das Wasser an. Die Folge ist, dass die Durchlässe überströmt und durch Bodenerosion weggerissen werden können. Gefährdung von wasserbaulichen Anlagen Wasserbauliche Anlagen können außergewöhnlich belastet werden, wenn Gewässer vereisen. Frieren beispielsweise bewegliche Wehrverschlüsse sowie Steuer- und Regeleinrichtungen fest, können sie funktionsunfähig werden. Der Druck, der durch Eis entsteht, wirkt auch auf Talsperren und Entnahmetürme, die sich in Talsperren befinden. Deshalb sind an gefährdeten Stellen Eisfreihaltungsanlagen - wie etwa Luftsprudelanlagen - installiert." ([3], S. 8 ff.)

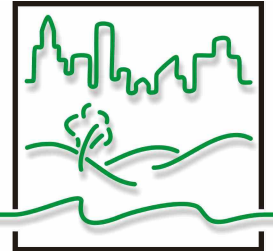
Neben den beschriebenen Auswirkungen auf Bauwerke am Gewässer kann Eisbildung auf den Bundeswasserstraßen zu Einschränkungen in der Schifffahrt führen.

Bei Eisstärken bis 5 cm sind noch keine relevanten Behinderungen für den Schiffsverkehr zu erwarten. Ab etwa 10 cm kommt der Schiffsverkehr jedoch zum Erliegen. Zum einen verursacht durch das Eis auf dem Gewässer selbst, das für die Schiffe zu dick ist, zum anderen in der eingeschränkten Funktion von technischen Bauwerken begründet. (vgl. [4], S.10 ff.)

7.4.2 Vorsorge vor Eisschäden

Eisgefährdete Bereiche und Bauwerke sind in der Regel bekannt und werden von den Betreibern oder Behörden beobachtet, um rechtzeitig Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Um Schäden durch Eis vorzubeugen, sollte zunächst bei der Planung von Bauwerken geprüft werden, ob Eisbildung auf dem jeweiligen Gewässer für möglich gehalten wird. Anschließend sind zu verwendende Materialien (bspw. für Deiche) entsprechend auszuwählen und Bauwerke entsprechend zu bemessen.



Denn "frieren beispielsweise bewegliche Wehrverschlüsse sowie Steuer- und Regeleinrichtungen fest, können sie funktionsunfähig werden. Der Druck, der durch Eis entsteht, wirkt auch auf Talsperren und Entnahmetürme, die sich in Talsperren befinden. Deshalb sind an gefährdeten Stellen Eisfreihaltungsanlagen - wie etwa Luftsprudelanlagen - installiert." ([3], S. 9)

Auf den Wasserstraßen wird seitens der WSV angestrebt, die Gewässer und Bauwerke eisfrei zu halten. Ein Eisstau wird vor Wehren nicht zugelassen. Nach Aussage der WSV existiert zudem mit der Eisdienstverordnung ein internes Dokument, das vorschreibt, was bei Eisbildung zu tun ist.

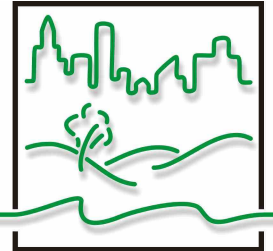
"Auch Verpflichtungen aus internationalen Vereinbarungen zum Eisaufbruch (Oder) oder Auflagen aus Planfeststellungsverfahren (Elbe: Wehr Geesthacht) begründen die Notwendigkeit zum Eisaufbruch durch die WSV." ([4], S. 7)

Eine rechtliche Grundlage zur Bekämpfung von Eis wurde bspw. auch im Wasserstraßengesetz (WaStrG) geschaffen. Im § 35 Wasserstands- und Hochwassermelddienst, Eisbekämpfung und Feuerschutz heißt es: "Die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes unterhält neben der ihr nach § 8 obliegenden Unterhaltung, soweit möglich und zumutbar, einen Wasserstands- und Hochwassermelddienst im Benehmen mit den Ländern, auch um zu einer rechtzeitigen und zuverlässigen Hochwasserwarnung und -vorhersage beizutragen. Sie soll, unbeschadet anderer besonderer Verpflichtungen, für die Eisbekämpfung auf den Bundeswasserstraßen sorgen, soweit sie wirtschaftlich zu vertreten ist."

7.4.3 Maßnahmen

Hat sich Eis auf einem Gewässer gebildet und birgt es entsprechende Risiken, die es zu vermeiden gilt, "kann das Eis mit Aufbruchwerkzeugen wie beispielsweise Eisstampfern, Fallmeißeln, Eisäxten, Eishaken, Wurfankern, Eiszangen, Eissägen, Motorkettensägen und Pressluftschlämmern lokal beseitigt werden. Eine weitere Möglichkeit das Eis zu entfernen ist der Einsatz von Baggerkörben. Das Eis kann zertrümmert und an Land abgesetzt werden. Ist ein freier Abfluss vorhanden, kann das Eis auch mit Wurfbirnen zerkleinert werden und abschwimmen." ([6], S. 43)

Auf den Wasserstraßen des Bundes kommen Eisbrecher zum Einsatz. An der Weser werden nach Aussage der WSV bspw. drei Tage vor einer relevanten Frostperiode die Eisbrecher in Stellung gebracht und können anschließend im Dauereinsatz sein. So können Bereiche mit Eisstau entweder vermieden oder auch kontrolliert aufgelöst werden. Das Eis kann anschließend nach stromab abfließen und Bauwerke so geschützt und die Schifffahrt aufrecht erhalten werden.



7.5 Häufigkeit von Eisbildung bis heute und in Zukunft

Zur Beurteilung, welches Risiko von Eis auf Gewässern ausgeht, ist auch entscheidend, wie hoch die Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Ereignisse ist.

Im Rahmen des Forschungsprogramms KLIWAS 'Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland' ([4]), an dem der Deutsche Wetterdienst (DWD), die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) beteiligt waren, wurde im Projekt 4.05 'Prozessstudien über die Eisbildung auf Wasserstraßen und mögliche klimabedingte Änderungen' angestrebt, "Aussagen zur möglichen klimawandelbeeinflussten Eisbildung auf Bundeswasserstraßen zu treffen. Im Fokus stand dabei die Entwicklung und Anwendung einer Methodik, die sowohl für die verschiedenen Wasserstraßentypen (kanalisiert, staugeregelt, frei fließend) als auch in einem großräumigen Maßstab für alle deutschen Bundeswasserstraßen gleichermaßen anwendbar ist." ([4], S. 7)

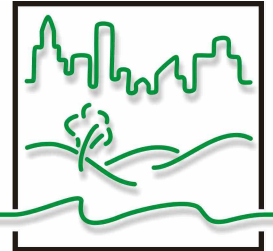
In dem Forschungsprojekt wurde nach Parametern gesucht, anhand derer es möglich ist, die Häufigkeit von auftretendem Eis zu beschreiben und gleichzeitig die Entwicklung in der Zukunft abzuleiten.

"Häufigkeit und Dauer des Auftretens von Eis in der Wintersaison hängt mit der Summe der Beträge der negativen Tagesmitteltemperatur im Winterhalbjahr zusammen. Diese sogenannte Winterkältesumme nimmt generell von den Küsten (maritimes Klima) ins Innere Europas (Kontinentalklima) zu." ([2], S. 75)

Demnach sind besonders die ostdeutschen Gewässer wie Oder und Elbe betroffen. Aber auch auf dem gesamten Kanalsystem mit seinen geringen Fließgeschwindigkeiten kann es zu Einschränkungen durch Eis kommen. Aber auch ganz im Westen Deutschlands, sind eisbedingte Sperrungen für die Schifffahrt möglich. Dies gilt auch für die Weser.

Grundsätzlich weist "der Kennwert 'Winterkältesumme' [...] insbesondere im Kanalsystem eine gute Korrelation mit dem für die Schifffahrt relevanten Kennwert 'Anzahl eisbedingter Sperrtage' auf, weshalb sich auf dieser Basis Aussagen für die zukünftige Eissituation auf den deutschen Binnenwasserstraßen ableiten lassen." ([2], S. 75)

Demnach lassen sich in der Studie einzelne Winter in eine der folgenden drei Kategorien einteilen (vgl. [4], S. 21):



Kategorie 1: Mittleres Kältesummenniveau / 'Eissperre möglich'

- Obere Grenze: wird i.d.R. durch die größte Winterkältesumme des Referenzzeitraums bestimmt, für die im Winter keine Sperrung erfolgte.
- Untere Grenze: wird i.d.R. durch die kleinste Winterkältesumme des Referenzzeitraums bestimmt, für die im Winter eine Sperrung erfolgte.
- Bedeutung: Alle Winter, die aufgrund ihrer Kältesumme in diese Kategorie fallen, liegen in einem Unsicherheitsband, in dem eisbedingte Sperrungen möglich sind.

Kategorie 2: Niedriges Kältesummenniveau / 'keine Eissperre'

- Untere Grenze: 0 Kd
- Obere Grenze: entspricht der unteren Grenze von Kategorie 1.
- Bedeutung: Alle Winter, die aufgrund ihrer Kältesumme in diese Kategorie fallen, hatten im Referenzzeitraum keine eisbedingte Sperrung zu verzeichnen.

Kategorie 3: Hohes Kältesummenniveau / 'Eissperre sicher'

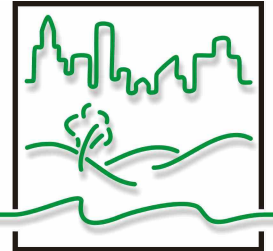
- Untere Grenze: entspricht der oberen Grenze von Kategorie 1
- Obere Grenze: unbegrenzt
- Bedeutung: Alle Winter, die aufgrund ihrer Kältesumme in diese Kategorie fallen, hatten im Referenzzeitraum eisbedingte Sperrungen zu verzeichnen.

In der KLIWAS-Studie wurde für drei Zeiträume untersucht, wie häufig es in der Vergangenheit zu Eis kam bzw. zukünftig kommen wird. Die Zeiträume sind zum einen der Referenzzeitraum (1971-2000) sowie die nahe Zukunft (2021-2050) und die ferne Zukunft (2071-2100).

Mit unterschiedlichen Klimamodellen wurden Szenarien berechnet und u. a. die Ergebnisse in Bezug auf die zu erwartenden Winterkältesummen und Anzahl der Tage mit eisbedingten Sperrungen ausgewertet.

Die Ergebnisse, "zeigen deutlich, dass:

- es in naher und ferner Zukunft zu einer deutlichen Zunahme der Winter ohne eisbedingte Sperrungen kommen wird,
- das West-Ost-Gefälle, welches im Bezugszeitraum und der nahen Zukunft noch deutlich ausgeprägt ist, sich in der fernen Zukunft nahezu auflösen wird.
- vor allem in der nahen Zukunft die Modellergebnisse für die östlichen Kanalsysteme eine größere Bandbreite als im Westen aufweisen." ([2], S. 76)



Im Detail betrachtet lassen sich folgende Feststellungen machen:

“Es ist mit einer Zunahme der Winter ohne eisbedingte Sperrungen zu rechnen. Die untersuchten Standorte zeigen für die nahe Zukunft eine Zunahme um 1 bis 12 Winter ohne eisbedingte Sperrungen (im 30-jährigen Zeitraum).

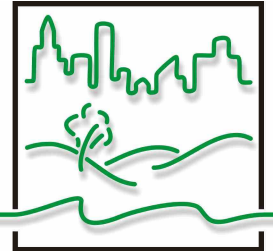
Für die ferne Zukunft kann auf Grundlage der gesamten Bandbreite der verwendeten Klimaszenarien davon ausgegangen werden, dass die Schifffahrt in mindestens zwei Dritteln aller Winter nicht von eisbedingten Sperrungen betroffen sein wird. 75 % aller Modellketten gehen sogar davon aus, dass mehr als 25 Winter im 30-Jahres-Zeitraum ohne eisbedingte Sperrung sein werden.” ([4], S. 8)

“Schifffahrtsbehindernde Eiserscheinungen werden im Zuge des Klimawandels seltener zu erwarten sein. Die Schifffahrt - soweit sie bisher durch Eis auf den Wasserstraßen behindert wird - kann eindeutig vom Klimawandel profitieren. Da Eisereignisse spätestens in der fernen Zukunft eher die Ausnahme denn die Regel sein werden, gilt es (falls möglich) zu bewerten, ob ein veränderter Umgang mit Eisereignissen notwendig ist.” ([4], S. 9)

In der Studie wird auch darauf hingewiesen, dass nicht alle Einflussfaktoren in den Modellen Beachtung finden konnten. So könne es “infolge anderer Einflüsse, z. B. der Abschaltung von Kraftwerken infolge politischer Entscheidungen wie der ‘Energiewende’, auch zu zwischenzeitlichen Zunahmen kommen”. ([2], S. 76/77)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass es in der nahen und fernen Zukunft zu teils deutlich weniger und kürzeren Eisereignissen auf den Gewässern kommen wird. Die Schifffahrt kann davon profitieren. Zudem sinkt das Risiko durch Eisschäden an Bauwerken. “Auf Wasserstraßen, die bisher nahezu jedes Jahr von den Auswirkungen der Eisbildung betroffen waren, wird dies zunehmend unregelmäßiger der Fall sein. Auf Wasserstraßen, auf denen Eis bereits heute nur unregelmäßig beobachtet werden kann, werden Behinderungen durch Eis den Charakter eines ‘seltenen Extremereignisses’ bekommen.” ([4], S. 43)

“Vor dem Hintergrund, dass Eisereignisse zukünftig zwar nicht ganz ausbleiben werden, jedoch in der nahen Zukunft, spätestens aber in der fernen Zukunft zunehmend die Ausnahme denn die Regel sein werden, gilt es für die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) zu bewerten, ob langfristig an einzelnen Gewässern oder für das gesamte Bundeswasserstraßennetz ein veränderter Umgang mit bzw. ein angepasstes Vorgehen bei der Bewältigung von Eisereignissen notwendig ist.” ([4], S. 42)



7.6 Bezug zum Kiesabbau Bücken

Von Anliegern wird befürchtet, dass sich die eisbedingte Hochwassergefahr in Stendern durch den Kiesabbau in Bücken erhöht. In diesem KAPITEL soll konkret auf die Verhältnisse vor Ort und Berechnungsergebnisse eingegangen werden, um einen möglichen Zusammenhang zu untersuchen.

Zunächst sei eine Pressemitteilung der WSV vom 11.02.2021 zitiert:

“Das WSA Weser beginnt heute mit der Eisbekämpfung zum Schutz der wasserbaulichen Anlagen. Hierzu werden sechs Eisbrecher im 24-Stunden-Betrieb eingesetzt. Es handelt sich hierbei um vier verwaltungseigene und zwei angemietete Fahrzeuge. Ein weiterer verwaltungseigener Eisbrecher wird den Einsatz ab morgen unterstützen.

Einsatzgebiete sind die Stauhaltungen Petershagen, Schlüsselburg, Drakenburg und Langwedel.

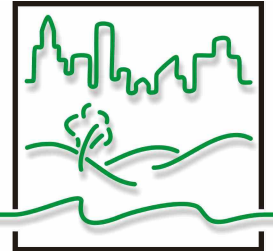
Die derzeitige Extremwetterlage mit langanhaltenden Temperaturen im Frostbereich sorgt für eine zunehmende Eisbildung auf der Weser. In Abhängigkeit zur Eislage ist mit einer Sperrung der Schifffahrt auf der Mittelweser in den nächsten Tagen zu rechnen.

Yasmin Yazdi (Fachbereichsleiterin Schifffahrt): ‘Das WSA Weser ist mit entsprechenden Konzepten auf die Eisbildung an den Wasserstraßen gut vorbereitet. Die langanhaltende Extremwetterlage stellt dennoch eine besondere Situation dar, die nicht alltäglich ist und in dieser Form an der Mittelweser zuletzt in den fünfziger Jahren aufgetreten ist.’

Der Einsatz der Eisbrecher verhindert die Bildung einer geschlossenen Eisdecke oberhalb der Wehre, damit das Eis auch weiterhin kontrolliert über die Wehranlagen abgeführt werden kann. Er wird bis zu einer Entspannung der Wetterlage, die frühestens zur Mitte nächster Woche zu erwarten ist, aufrechterhalten.”

Aus der Mitteilung der WSV geht zum einen hervor, dass mehrtägige Eisereignisse an der Weser sehr selten sind. Zwischen dem diesjährigen und dem letzten vergleichbaren Eisereignis lagen etwa 65 Jahre. Festzuhalten ist, dass während beider Ereignisse kein Hochwasser auftrat.

Zum anderen geht hervor, dass die WSV grundsätzlich auf solche Gefährdungslagen vorbereitet ist. Insbesondere werden an den Wehranlagen Maßnahmen ergriffen, die zu einem bestmöglichen Abfließen des Eises und des Wassers beitragen sollen.



Zur weiteren Einordnung der Gefahr durch die Kombination von Eis und Hochwasser ist es hilfreich, sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Ereignisse und ihrer Kombination zu veranschaulichen.

Zur Beurteilung von Hochwassergefahren, die durch Maßnahmen an Gewässern verursacht oder verschärft werden können, werden die Auswirkungen bei einem Bemessungshochwasser für den IST-Zustand und den PLAN-Zustand untersucht und gegenübergestellt. In der Regel wird das 'hundertjährige' Hochwasserereignis als Bemessungshochwasser betrachtet. Auch wenn im allgemeinen Sprachgebrauch dieses Ereignis oft als ein Ereignis beschrieben wird, das statistisch einmal in hundert Jahren auftritt, so ist damit korrekt ein Ereignis gemeint, das mit der Wahrscheinlichkeit von 1/100 pro Jahr auftritt.

Da ein Hochwasser in der Regel durch seinen hohen Abfluss definiert wird, folgt daraus, dass ein 'hundertjähriges' Ereignis auch durch einen "hundertjährigen" Abfluss gebildet wird. Dieser Abfluss, auch abgekürzt als HQ_{100} bezeichnet, wurde bei dieser Untersuchung auch angesetzt.

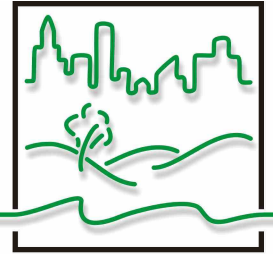
Soll eine weitere zusätzliche, und vom Abfluss unabhängige Gefahr berücksichtigt werden, dass Gesamtgefahrenereignis jedoch ein hundertjähriges Ereignis bleiben, darf die Eintrittswahrscheinlichkeit der zusätzlichen Gefahr ein 1/1 pro Jahr nicht überschreiten. Ist die zusätzliche Gefahr eher unwahrscheinlich und somit deren Eintrittswahrscheinlichkeit statistisch seltener als 1/1 pro Jahr, ist die Eintrittswahrscheinlichkeit des Gesamtgefahrenereignis seltener als 1/100 pro Jahr.

Eine Auswertung der Gewässerkundlichen Jahrbücher des Weser- und Emsgebietes ([8]) hinsichtlich Eisgang auf der Weser erfolgte von Beginn der Aufzeichnung 1941 bis 2015. Es lagen Informationen für den Pegel Inschede von 1941 - 1946, für den Pegel Drakenburg von 1947 - 1955 und für den Pegel Dörverden von 1956 - 2015 vor.

Für den nächsten stromab des geplanten Kiesabbaugebietes gelegenen Pegel Dörverden lag lediglich eine Zeitreihe von 1956 bis 2016 vor. Für die Zeit vor 1956 wurden die Angaben der Pegel Drakenburg (stromauf) und Intschede (stromab Dörverden) verwendet. In den Jahrbüchern ist für jedes Abflussjahr (01.11. - 31.10.) auch eine Information zum Eisgeschehen auf der Weser enthalten. Es wird begrifflich unterschieden nach Randeis, Treibeis, Grundeis, Eishemmung und Eisstand bzw. Eisdecke. Einzelne Tage werden entsprechend der Eisbildung mit entsprechenden Symbolen versehen und pro Jahr als Summentage ausgewertet.

Für die Jahre 2016-2021 wurden die Daten zum Eisgang bei der WSV abgefragt ([9]). Somit liegen für eine Zeitspanne von 80 Jahren Daten vor.

Die Auswertung zeigt, dass 22 Jahre mit Eisbildung zu verzeichnen sind (inkl. Eisstand). Davon trat in 8 Jahren Eisstand auf. Hochgerechnet auf 100 Jahre bedeutet dies, dass Eisbildung mit einer



Wahrscheinlichkeit von rund 1/27 pro Jahr auftrat. Eisstand trat mit rund 1/10 pro Jahr ein. Nach den Ergebnissen der KLIWAS-Studie nimmt die Wahrscheinlichkeit von Eisstand auf der Weser in der Zukunft weiter ab.

Setzt man also die Wahrscheinlichkeit eines Eisstands mit 1/10 pro Jahr an und das Eintreten eines HQ_{100} -Abfluss mit 1/100 pro Jahr an, so liegt die Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Eintretts dieser beiden von einander unabhängigen Ereignisse bei 1/1000 pro Jahr. Es handelt sich also um ein sehr unwahrscheinliches Ereignis.

Unabhängig davon läge in einem entsprechend unwahrscheinlichen Ereignis die Gefahr, dass durch den Versatz von Eisschollen der Abfluss in der Weser und den Vorländern behindert wäre und somit eisbedingt höhere Wasserstände auftreten (vgl. Kapitel 7.4.13). Solch eine erhöhte Gefährdung durch Eisgang läge jedoch sowohl für den IST-Zustand als auch die untersuchten PLAN-Zustände gleichermaßen vor. Somit ist für die Beurteilung der Hochwassergefährdung durch Eis in Zusammenhang mit dem Kiesabbau die Klärung der Frage entscheidend, ob im PLAN-Zustand Änderungen zum IST-Zustand auftreten, die die Problematik verschärfen könnten.

Die in BILD 21 dargestellten Fließvektoren veranschaulichen gut, dass es durch den Kiesabbau nur lokal und nur zu geringfügigen Veränderungen im Fließverhalten kommt. Außerhalb des Kiesabbau-bereiches sind die Fließvektoren annähernd identisch. Zudem sind die Fließgeschwindigkeiten auf den Vorlandbereichen sehr gering. Es ist daher nicht davon auszugehen, dass die rekultivierten Kiesflächen bei einem HQ_{100} -Hochwasser in Verbindung mit Eisgang eine Verschlechterung zum IST-Zustand darstellen.

Dass es im Bereich Stendern eine hohe Gefährdung durch Hochwasser gibt, ist unbestritten. Zusätzliche negative Auswirkungen durch den Kiesabbau sind aber nicht zu erwarten. Das bestehende Hochwasserproblem wird durch den Kiesabbau somit nicht verschärft.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass bei der umfangreichen Literaturrecherche keine Hinweise auf Schäden in Verbindung mit Eisgang auf gewässerfernen Vorländern gefunden wurden. Auch nach Informationen des Kreisverbands für Wasserwirtschaft Nienburg sind in den letzten Jahrzehnten keine Schäden an Sommerdeichen und Wegen im Verbandsgebiet aufgetreten.

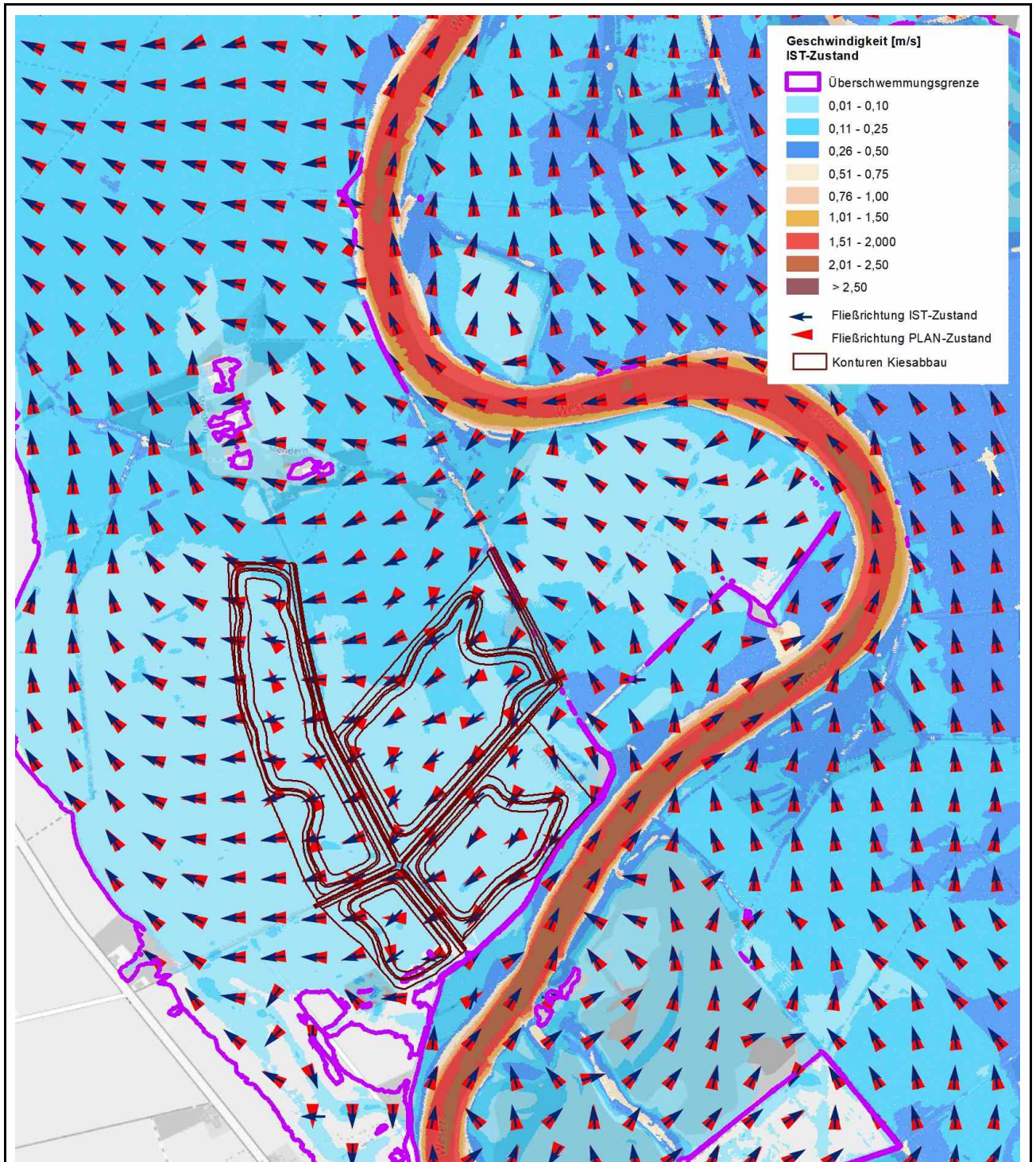
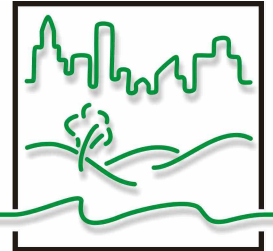
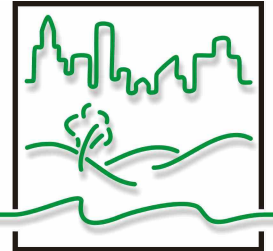


Bild 21 Fließverhalten im IST- und PLAN-Zustand

ohne Maßstab

Quelle: S-L-F



7.7 Fazit Eisgang

Tritt Eis auf Fließgewässern auf, birgt es mehrere Gefahrenpotenziale. Bauwerke an Gewässern können beschädigt werden, der Schiffsverkehr zum Erliegen kommen oder der Wasserabfluss behindert werden, was zu Hochwasserereignissen führen kann.

Für den Kiesabbau Bücken konnte gezeigt werden, dass das Fließverhalten für den PLAN-Zustand weitestgehend dem Fließverhalten des IST-Zustands entspricht. Eine maßnahmenbedingte Zunahme einer Gefährdung, z. B. bei auftretendem Treibeis, ist nicht zu erwarten.

Eis auf Fließgewässern ist darüber hinaus in Deutschland ein eher seltenes Phänomen und tritt eher im Südosten Deutschlands sowie auf staugeregelten Gewässern mit sehr niedrigen Fließgeschwindigkeiten auf. Die Ergebnisse der KLIWAS-Studie zeigen, dass in Zukunft mit einer teils deutlichen Abnahme solcher Ereignisse zu rechnen ist.

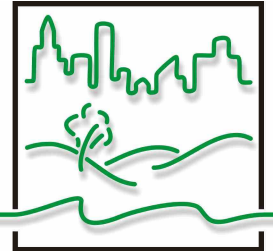
Insbesondere für die Bundeswasserstraßen gelten Regelungen, mit denen u. a. die WSV gut auf Eisereignisse vorbereitet ist. Mit entsprechenden Maßnahmen können die Gefährdungspotenziale, die das Eis birgt, minimiert werden.

In der Summe lässt sich aufgrund

- der Seltenheit von relevanten Eisereignissen mit Gefahrenpotenzial,
- guter Vorbereitung und Durchführbarkeit von Gegenmaßnahmen seitens der WSV,
- des Klimawandels und
- eines im PLAN-Zustand nicht signifikant vom IST-Zustand abweichenden Fließverhaltens im Bereich des Kiesabbaus

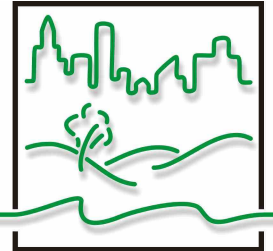
konstatieren,

- dass eine Gefährdungslage durch Eis auf der Weser im Bereich Stendern grundsätzlich selten ist,
- durch den Kiesabbau nicht verschärft wird und
- in Zukunft durch den Klimawandel weiter an Bedeutung verliert.



7.8 Literaturhinweise Eisgang

- [1] Aigner, D. (Hrsg.), Carstensen, D. (Hrsg.) (2015): Technische Hydromechanik 2 - Spezialfälle.
- [2] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (03/2015): KLIWAS Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland - Abschlussbericht des BMVI, Fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS.
- [3] Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (01/2009): Eisgefahren; Informationen - Maßnahmen - Zuständigkeiten".
- [4] KLIWAS Schriftenreihe, KLIWAS-47/2014: Schlussbericht KLIWAS-Projekt 4.05; Prozessstudien über die Eisbildung auf Wasserstraßen und mögliche klimabedingte Änderungen.
- [5] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (ohne Jahr): Eisbekämpfung durch die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) des Bundes auf der Elbe.
- [6] WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH / Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): "Gewässerunterhaltung - Der richtige Umgang mit dem Hochwasser - Einführung"
- [7] Lexikon der Geowissenschaften, online abrufbar unter:
<https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/>
- [8] Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Weser- und Emsgebiet (<http://www.dgj.de/>); Amtlich geprüfte Wasserstands- und Abflussdaten sowie gewässerkundliche Kenngrößen; NLWKN
- [9] Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Schifffahrtsbüro: Elwis - Eislagenbericht für den Zeitraum 2016 - 2021



8 Zusammenfassung

Insgesamt kann man feststellen, dass bedingt durch die geschützte Lage hinter den Verwallungen (Sommerdeichen) der Bodenabbau nur unerhebliche Auswirkungen auf das Hochwassergeschehen hat.

Die temporäre Profilaufweitung der Weser im Bereich des Hafens führt zwar zu leichten Veränderungen im Fließverhalten der Weser, doch sind die negativen Auswirkungen unerheblich, da sehr lokal begrenzt. Die großflächigen Auswirkungen stromauf der Maßnahmen in Form einer sehr geringen Abnahme des Wasserstandes sind sogar positiv zu bewerten.

Erhöhte Gefährdungen durch Eisgang in der Nähe des Antragsgebietes betreffen sowohl den IST-Zustand wie auch den END-Zustand gleichermaßen. Negative Auswirkungen durch den Kiesabbau sind nicht zu erkennen. Es sei hier aber deutlich gesagt: "Stendern hat ein Hochwasserproblem". Dieses Problem wird aber durch den Kiesabbau nicht vergrößert.

Eine Genehmigung nach WHG §78a ist möglich, da Belange des Wohls der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt werden, der Hochwasserabfluss und die Hochwasserrückhaltung nicht wesentlich beeinträchtigt werden und eine Gefährdung von Leben oder Gesundheit oder erhebliche Sachschäden nicht zu befürchten sind.