BERICHT

Titel: Hydraulische Untersuchung zur Leistungsfähigkeit der Verbandsgewässer in Nettelnburg

---

Datum:	10.07.2020
Auftraggeber:	Wasserverband Nettelnburg KöR
	Katendeich 12e
	D-21035 Hamburg
Auftrag vom:	24.05.2019
Ansprechpartner:	Herr Hans-Peter Blohm

Auftragnehmer:	BWS GmbH
Aktenzeichen:	18.P.071/WVN
Projektleitung:	Herr Dipl.-Geogr. Hydr. Lutz Krob
Projektbearbeitung:	Herr Dipl.-Ing. Karl Lorenz
Ausfertigung Nr.:	

1	**Anlass und Aufgabenstellung**		**4**
2	**Modellgebiet und Untersuchungsraum**		**5**
	2.1	Modellgebiet (Einzugsgebiet Schöpfwerk Allermöhe)	5
	2.2	Untersuchungsraum Nettelnburg	6
	2.3	Bauwerke	7
	2.4	Schnittstellen Modellgebiet und Untersuchungsraum	8
3	**Beschaffenheit des Untersuchungsraums**		**9**
	3.1	Höhenverhältnisse	9
	3.2	Landnutzung und Versiegelung	9
	3.3	Regelwasserstände und Abflüsse im Untersuchungsraum	9
4	**Hydrologie**		**11**
	4.1	Niederschlag	11
	4.2	Linear-Speicherkaskaden-Modell-Ansatz	12
	4.3	Versiegelungsgrade und Abflussganglinien für Teileinzugsgebiete	13
5	**Hydraulik**		**14**
	5.1	HN-Modell	14
	5.2	Vermessung als Grundlage des HN-Modells	15
	5.3	Gerinnerauhigkeiten	15
	5.4	Hydraulische Randbedingungen	15
6	**Ergebnisse der hydraulischen Untersuchung**		**16**
	6.1	Defizite	16
	6.2	Maßnahmen	18
7	**Zusammenfassung und Ausblick**		**20**
8	**Quellen**		**21**

Tabellen

Tab. 1:	Aufstau im Bereich von ausgewählten Durchlässen bei HQ30 (Delta HQ30)	17
Tab. 2:	Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerung	18

Abbildungen

Abb. 1:	Modellgebiet (Einzugsgebiet Schöpfwerk Allermöhe)	5
Abb. 2:	Modellgebiet mit Untersuchungsraum (gelb)	6
Abb. 3:	Untersuchungsraum Nettelnburg	7
Abb. 4:	Schnittstellen Modellgebiet und Untersuchungsraum	8
Abb. 5:	Speicherkaskade [3]	12
Abb. 6:	Dynamische Entwicklung des Wasserstands in Graben 9	18

Anlagen

Anl. 1:	Übersichtskarte
Anl. 2:	Überflutungen HQ30
Anl. 3:	Böschungsoberkante und Überflutungen HQ30
Anl. 4:	Längsschnitte
Anl. 4.1:	Längsschnitt: Graben 3
Anl. 4.2:	Längsschnitt: Graben 3 bis Graben 14
Anl. 5:	Übersichtskarte Defizite
Anl. 6	Übersichtskarte Maßnahmen

1 Anlass und Aufgabenstellung

Das vergleichsweise kurze, aber sehr intensive Starkregenereignis vom 10.05.2018 hat im Verbandsgebiet zu mehreren Überflutungen und Schäden geführt. Die Aufnahmekapazität der meisten Verbandsgewässer war nach etwa 30 bis 40 Minuten erschöpft. Ein Abfluss von der Fläche war dann nicht mehr möglich. Dieses Starkregenereignis mit mehr als 60 mm Niederschlag in weniger als zwei Stunden hat die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 100 Jahren deutlich überschritten.

Unabhängig von der Einordnung als ein sehr seltenes Ereignis hat der Wasserverband Nettelnburg mit der vorliegenden Untersuchung eine Überprüfung des Grabensystems auf Mängel und Schwachstellen beauftragt. Darüber hinaus wird untersucht, welche Ertüchtigungsmöglichkeiten realisierbar sind.

Der Ausbau des Verbandsgewässernetzes fand in den 1920er Jahren statt. Seitdem hat eine sukzessive Verdichtung durch Teilung der Grundstücke und zunehmende Versiegelung stattgefunden.

Folgende Leistungen sind Gegenstand der beauftragten Untersuchungen:

- Vermessung des Grabensystems zur Bestandsaufnahme mit Schwerpunkt auf den festgestellten Schwachstellen.
- Einbindung der Vermessungsergebnisse in ein bereits bestehenden hydrodynamisches Wasserspiegellagenmodell für das Einzugsgebiet des Schöpfwerkes Allermöhe.
- Berechnung der Wasserspiegellagen für ein Hochwasserereignis mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit 30-jährlich im Verbandsgebiet Nettelnburg.
- Ergebnisdokumentation mit einer Defizit-Karte, an welchen Stellen bei diesem 30-jährlichen Hochwasserereignis Überflutungen in Nettelnburg zu erwarten wären und welche Schwachstellen dafür maßgeblich sind.
- Skizzierung von Vorschlägen zur Ertüchtigung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im Verbandsgebiet in einer Maßnahmen-Karte.

2 Modellgebiet und Untersuchungsraum

2.1 Modellgebiet (Einzugsgebiet Schöpfwerk Allermöhe)

Das Modellgebiet entspricht dem Einzugsgebiet des Schöpfwerks Allermöhe (siehe Abb. 1). Die BWS GmbH hat in der Vergangenheit ein hydro-numerisches Modell (in der Folge HN-Modell genannt) für dieses Gebiet aufgebaut, welches bereits für andere Fragestellungen genutzt wurde.

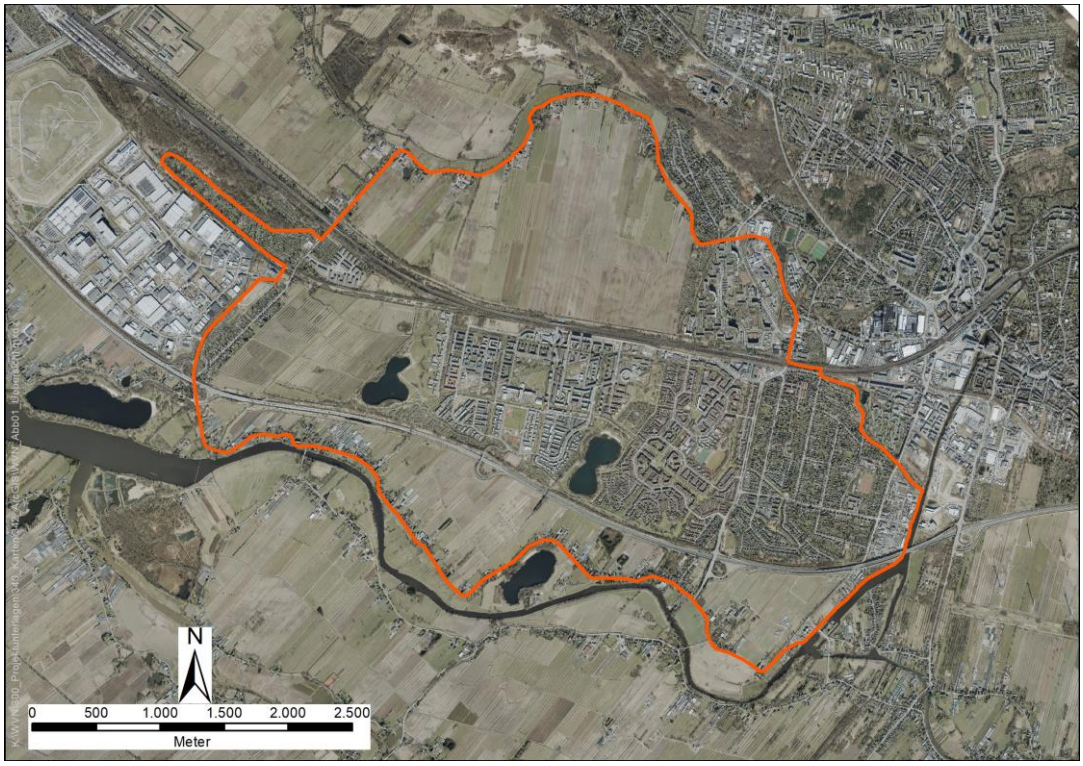

Abb. 1: Modellgebiet (Einzugsgebiet Schöpfwerk Allermöhe)

In den vorangegangenen Untersuchungen ist der Stadtteil Nettelnburg als Teileinzugsgebiet des HN-Modells mitgeführt worden, ohne dass die dortige Grabenstruktur im Detail betrachtet wurde.

2.2 Untersuchungsraum Nettelnburg

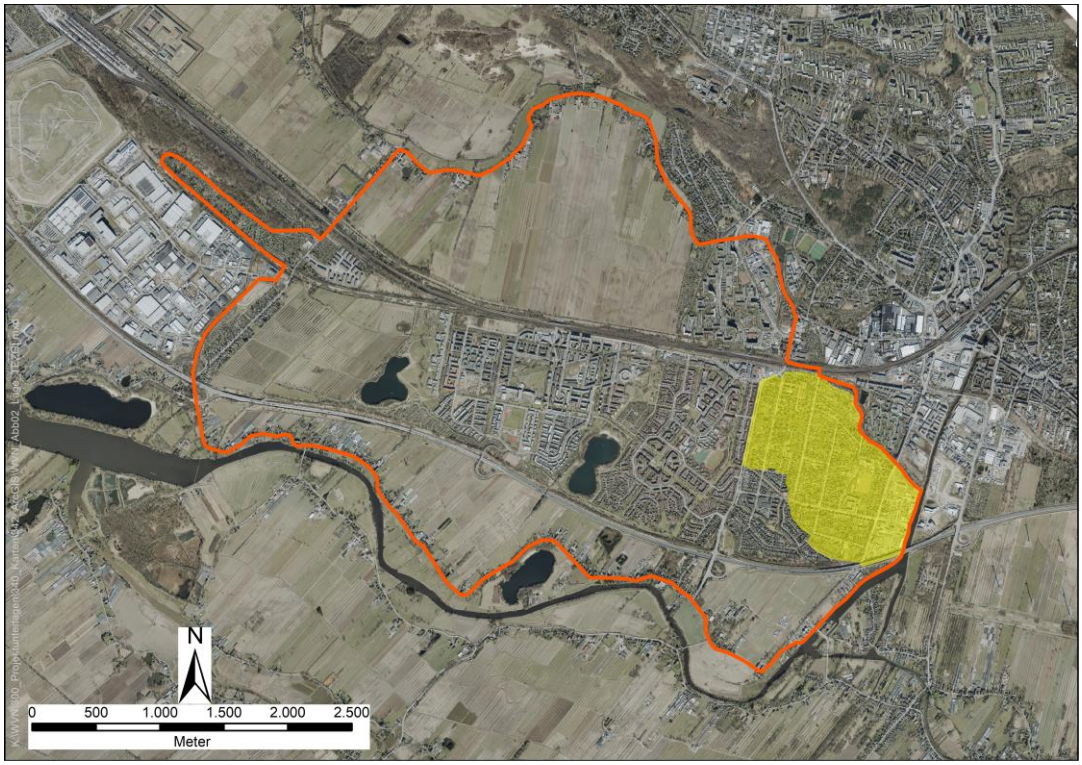

Abb. 2: Modellgebiet mit Untersuchungsraum (gelb)

Der Untersuchungsraum Nettelnburg (siehe Abb. 2, gelbe Fläche) ist Teil des Modellgebiets. Für die vorliegende Untersuchung rückt der Untersuchungsraum Nettelnburg ins Zentrum der Betrachtung.

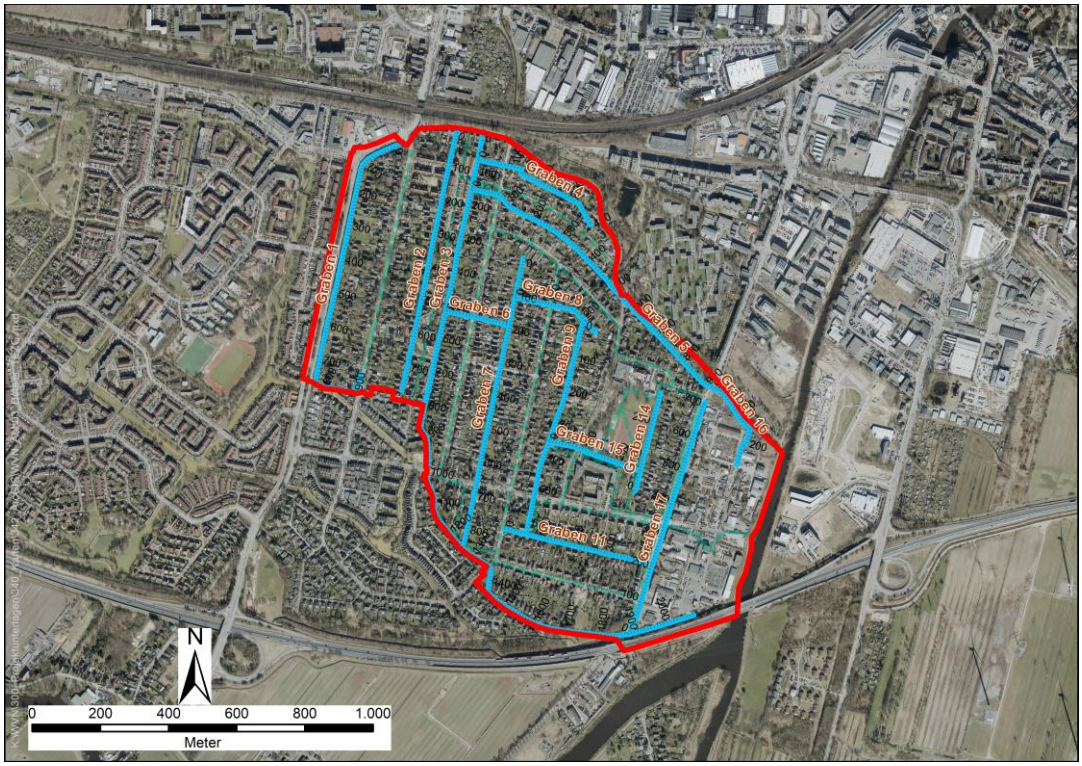

Abb. 3: Untersuchungsraum Nettelnburg

In Abb. 3 ist der Untersuchungsraum und die dortige Grabenstruktur zur Entwässerung von Nettelnburg abgebildet. Der Untersuchungsraum hat eine Fläche von rd. 1,28 km². Die Entwässerungsgräben (in Abb. 3 blau dargestellt) wurden für diese Untersuchung terrestrisch vermessen. Die Vermessung der Gräben und der dortigen Bauwerke ist Grundlage für die detaillierte Betrachtung der Entwässerung von Nettelnburg mit Hilfe des HN-Modells.

2.3 Bauwerke

Das gesamte Einzugsgebiet entwässert über die drei Pumpen des Schöpfwerks Allermöhe. Sie haben eine Gesamtleistung von 3,5 m³/s (Pumpe 1: 0,5 m³/s, Pumpe 2: 1,5 m³/s, Pumpe 3: 1,5 m³/s) und sind in ihren Ein- und Ausschaltwasserständen zwischen -0,75 mNHN und -1,00 mNHN gestaffelt.

Im Verbandsgebiet Nettelnburg wurden die wichtigsten Durchlässe vermessen, um die relevanten Abflusseigenschaften des Untersuchungsraums im HN-Modell abzubilden.

2.4 Schnittstellen Modellgebiet und Untersuchungsraum

Zwischen Modellgebiet und Untersuchungsraum gibt es Schnittstellen. Dort fließt das Wasser aus dem Untersuchungsraum Nettelnburg ab, um über die Fleete später in Richtung Schöpfwerk Allermöhe zu entwässern. Diese Schnittstellen sind in Abb. 4 dargestellt.

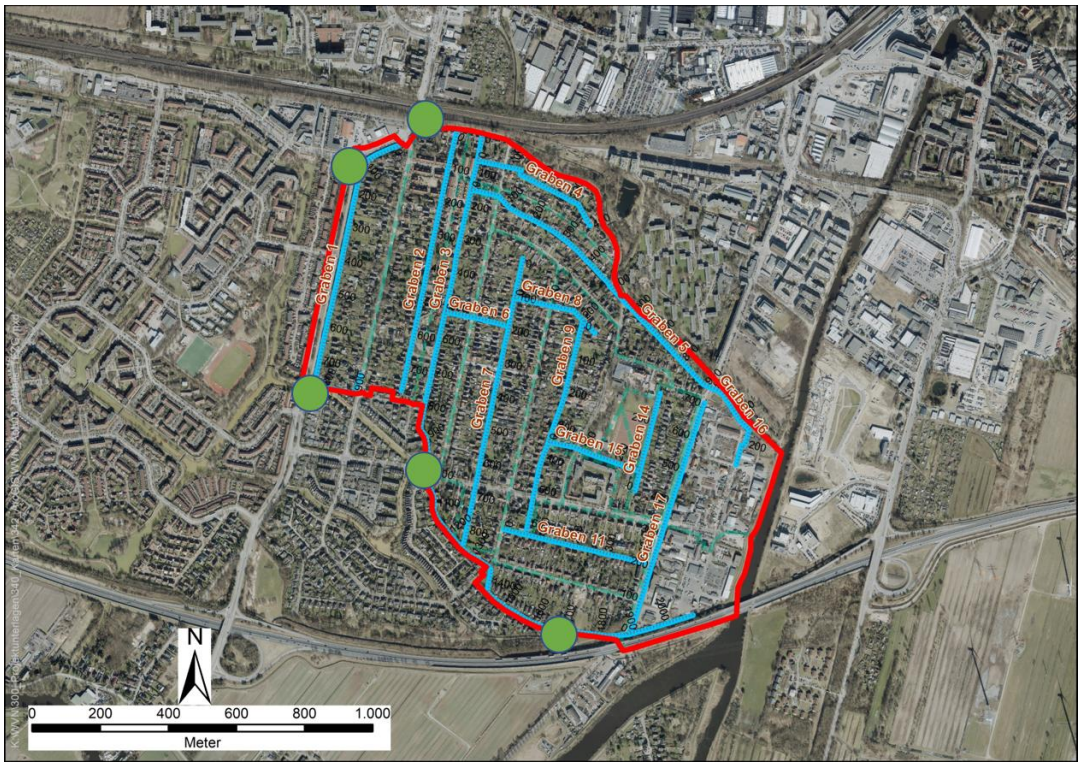

Abb. 4: Schnittstellen Modellgebiet und Untersuchungsraum

In der vorliegenden Untersuchung wird der Untersuchungsraum betrachtet. Das Modellgebiet jenseits der Schnittstellen dient als Randbedingung für das Abflussgeschehen im Untersuchungsraum.

3 Beschaffenheit des Untersuchungsraums

3.1 Höhenverhältnisse

Auf der Grundlage von hochaufgelösten LaserScanDaten wurde ein digitales Geländemodell für das Modellgebiet berechnet. Damit ist eine Einordnung von möglichen oberirdischen Fließwegen möglich. Es stellt die Grundlage für die spätere Analyse von Betroffenheiten dar. Große Flächenanteile befinden sich auf einem Niveau zwischen ±0,00 mNHN und +1,50 mNHN. Das Gelände ist insgesamt sehr eben. Im Süd-Osten steigt es bis auf ca. +2,00 mNHN an.

3.2 Landnutzung und Versiegelung

Der Stadtteil Nettelnburg als Stadtteil mit überwiegender Wohnbebauung entstand in den 1920er Jahren. Auch die ersten Entwässerungsgräben wurden in dieser Zeit geplant, dimensioniert und gebaut. Über die Jahrzehnte bis heute wurde die Bebauung in Nettelnburg stark nachverdichtet. Damit einher ging ein immer größerer Anteil der versiegelten oder teilversiegelten Flächen. Dies führt zu erhöhten Abflüssen vor allem im Niederschlagsfall. Die größeren Wassermengen müssen über das vorhandene Grabensystem abgeleitet werden. Dessen Leistungsfähigkeit wurde ursprünglich für geringere Belastungen ausgelegt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung fand eine Luftbildauswertung statt um den aktuellen Anteil der versiegelten Flächen zu bestimmen. Die Auswertung ergab einen mittleren Versiegelungsgrad von 56% für den Untersuchungsraum.

3.3 Regelwasserstände und Abflüsse im Untersuchungsraum

Im Untersuchungsraum wurden bei der Vermessung unterschiedliche Regelwasserstände angetroffen. Diese sind in der Folge grabenweise aufgelistet und mit einem Intervall für den mittleren Wasserstand über den gesamten Graben angegeben:

- Gräben 1, 2, 3, 6 und 7: -0,20 mNHN bis -0,40 mNHN
- Graben 9: +0,10 mNHN bis +0,20 mNHN
- Gräben 4, 5, 11, 14, 15, 16 und 17: +0,40 mNHN bis +0,60 mNHN

Zur Fließrichtung der Gräben lässt sich sagen, dass im Trockenfall nahezu kein Abfluss stattfindet und das Wasser in den Gräben steht. Im Niederschlagsfall füllen sich die Gräben auf und es findet ein Abfluss statt, in der Regel zum gefälle-günstigsten Systemauslass. Die Systemauslässe sind in Abb. 4 als Schnittstellen benannt. Die Fließrichtungen in den Gräben können sich selbst während des Ablaufs eines Niederschlagsereignisses ändern. Ursachen für Fließrichtungswechsel sind mitunter die Wasserstände im Graben selbst, in den benachbarten Gräben bzw. in den Gräben hinter dem Systemauslass.

Diese dynamischen Prozesse können mit dem HN-Modell abgebildet, nachvollzogen und zum Beispiel im Hinblick auf den maximalen Wasserstand an einer beliebigen Stelle ausgewertet werden.

4 Hydrologie

Die hydrologischen Randbedingungen wurden in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber festgelegt. Man hat sich bewusst gegen die Reproduktion des Himmelfahrtsereignisses von 2018 oder eines ähnlich seltenen Ereignisses (Eintrittswahrscheinlichkeit seltener als einmal in 100 Jahren) entschieden.

Stattdessen wurde ein 30-jährliches Ereignis gewählt (d.h. ein Ereignis mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von 30 Jahren). Ziel war es, ein eher seltenes Ereignis zu simulieren, das jedoch mit seiner Jährlichkeit in gängigen Normen Anwendung findet. Das Szenario ist immer noch verhältnismäßig selten, doch potenzielle Schutzmaßnahmen gegen ein solches Ereignis sind vom Aufwand der Umsetzung realistisch.

In den folgenden Unter-Kapiteln wird die Herleitung der Abflussganglinien beschrieben, die dann als Belastungsszenario für das HN-Modell dienen.

4.1 Niederschlag

Als Grundlage für die Annahme des Niederschlags dienen die Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg [1].

Es wird ein 30-jährliches Niederschlagsereignis gewählt.

- 30-jährlicher Niederschlag, Dauerstufe 24 Std. ($N_{30,24}$),
  Niederschlagshöhe gemäß Hamburger Regenreihen: 67,9 mm

Zum Vergleich gemäß KOSTRA-DWD:

- 30-jährlicher Niederschlag, Dauerstufe 24 Std. ($N_{30,24}$),
  Niederschlagshöhe gemäß KOSTRA: 62,8 mm

Es wird ein Modellregen nach Euler Typ II erstellt. Dabei werden alle Dauerstufen von 5-minütig bis 24-Stündig in Fünf-Minuten-Intervallen herangezogen. Durch die Umstellung der 5-Minuten-Intervalle entsteht so ein synthetisches Niederschlagsereignis. So können alle möglichen Dauerstufen gleichzeitig in einer Simulation angewendet werden. Bei dem gewählten synthetischen Niederschlagsereignis (mit einer Gesamtdauer von 24 Stunden) fallen in der Spitze ca. 50% des 24-stündigen Niederschlagsvolumens in nur 1 Stunde. Das übrige Niederschlagsvolumen verteilt sich in den 23 Stunden um diese „Spitzen“-Stunde. Bei dem gewählten synthetischen Niederschlagsereignis handelt es sich also wie bei dem realen Himmelfahrtsereignis 2018 um ein kurzes und zugleich starkes Niederschlagsereignis. Zur Erstellung eines Modellregens nach Euler Typ II siehe auch [2].

4.2 Linear-Speicherkaskaden-Modell-Ansatz

Das oben beschriebene synthetische Niederschlagsereignis wird nun mit Hilfe eines Linear-Speicherkaskaden-Modells (siehe Abb. 5) in eine Abflussganglinie transformiert.

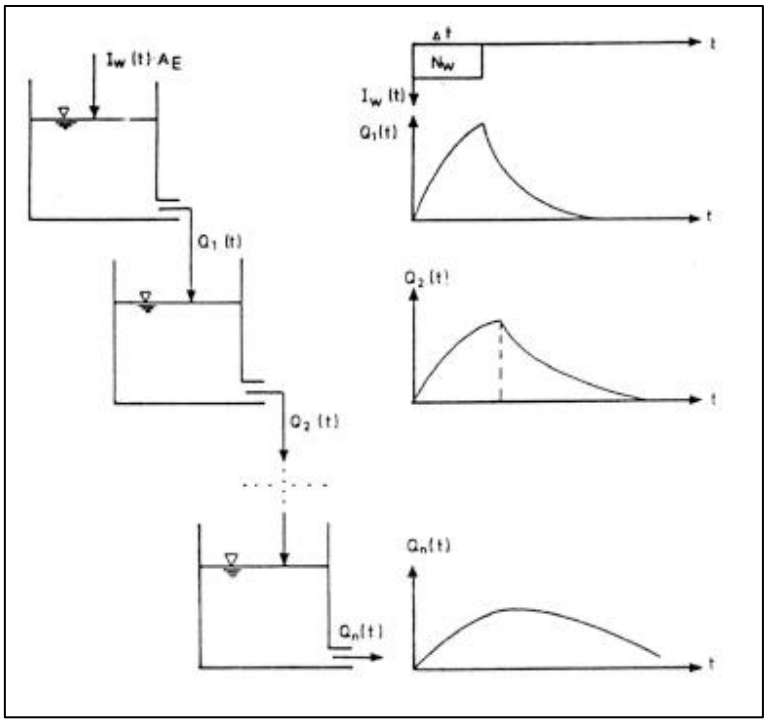

Abb. 5: Speicherkaskade [3]

Für die einzelnen Speicher gilt jeweils:

$$\boldsymbol{QA} = \frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{k}} \cdot \boldsymbol{V} \qquad \text{(Formel 1)}$$

$$\boldsymbol{dV/dt} = \boldsymbol{QZ} - \boldsymbol{QA} \qquad \text{(Formel 2)}$$

- QZ: Zufluss
- QA: Abfluss
- k: Speicherkonstante
- V: Speicherinhalt
- dV/dt: Änderung des Speicherinhalts

Das Linear-Speicherkaskaden-Modell weist folgende Parameter auf:

- Anzahl der Speicher: n = 3
- Speicherkonstante: k = 5 min

4.3 Versiegelungsgrade und Abflussganglinien für Teileinzugsgebiete

Nettelnburg ist in verschiedene Teileinzugsgebiete eingeteilt. Das in diesen Teileinzugsgebieten fallende Niederschlagswasser kann den jeweiligen Gräben zugeordnet werden. Die Lage der Teileinzugsgebiete ist der Übersichtskarte in Anl. 1 zu entnehmen.

Um spezifische Abflussganglinien für die einzelnen Teileinzugsgebiete zu erhalten, wird die im vorangegangenen Kapitel erzeugte Abflussganglinie skaliert. Dabei werden folgende zwei Parameter berücksichtigt:

- Fläche des Teileinzugsgebietes
- Versiegelungsgrad des Teileinzugsgebietes

Dabei geht neben der Fläche auch der örtliche Versiegelungsgrad in die Berechnung mit ein. Der Versiegelungsgrad wurde nicht nur für Nettelnburg insgesamt bestimmt (wie in Kapitel 3.2 beschrieben), sondern auch für jedes Teileinzugsgebiet einzeln ausgewertet.

So wird für jedes Teileinzugsgebiet und jeden dazugehörigen Graben eine eigene charakteristische Abflussganglinie erzeugt.

5 Hydraulik

5.1 HN-Modell

Für die Ermittlung von Wasserständen bei verschiedenen Belastungssituationen des Gewässersystems wurde eine 1-dimensionale, hydrodynamisch-numerische Modellierung durchgeführt. Es wurde das Berechnungsprogramm MIKE 11 von DHI ([4], Version 2014) eingesetzt. Mit MIKE 11 können die DESAINT-VENANT-Gleichungen, welche den Impuls und die Massenerhaltung in eindimensionaler - querschnittsgemittelter Form bilanzieren, numerisch gelöst werden.

Bei dem Einsatz des o.g. Programms ist die Betrachtung verzweigter und gekoppelter Flusssysteme mit instationären (d.h. über die Zeit veränderlichen Abflussbedingungen), unter- und überkritischen Strömungszuständen möglich, was bei einer naturähnlichen Abbildung notwendig ist. Weiterhin erfordert die Komplexität des Gewässersystems von Nettelnburg mit je nach Systemzustand unterschiedlichen Fließrichtungen eine mit der Zeit veränderliche Berechnung der Strömung (instationäre Berechnung). Die Berechnungsmethodik setzt ein vertikal stetiges Strömungsverhalten über den Querschnitt voraus. Zwischen den benachbarten Querschnitten wird ein linearer Verlauf des Rauheitswertes angenommen.

Um das Differentialgleichungssystem zu lösen, müssen alle Rand- und Anfangsbedingungen und die Systemgeometrie bekannt sein. Die Systemgeometrie wird durch Profile, Bauwerksdaten und weitere Geländedaten bestimmt. Rand- und Anfangsbedingungen umfassen Angaben über zeitliche Zuflüsse Q(t) am oberen Modellrand, Zuflüsse im Verlauf des Fließgewässers bzw. Gewässersystems sowie Wasserstände am unteren Modellrand. Der Gewässerquerschnitt wird in nebeneinanderliegende Abflussstreifen untergliedert und vertikal integriert. Es erfolgt eine getrennte Integration für jeden dieser Streifen. Durch Addition der einzelnen Abflussstreifen werden die querschnittsgemittelten Werte bestimmt. Die Auflösung des Lösungsgitters wird durch die Vorgabe von Orts- und Zeitschritten bestimmt.

Die Modellierung des Gewässernetzes umfasst:

- die Erfassung und Darstellung des Gewässersystems,
- die geometrische Abbildung der Gewässerverläufe bzw. der Gewässermorphologie und an ihnen befindliche Bauwerke im Ist-Zustand,
- die Bestimmung des hydraulischen Widerstandes sowohl des Gewässerbettes als auch der Einbauten durch Geschwindigkeits- und Widerstandsbeiwerte sowie
- die Formulierung hydraulisch-hydrologischer Anfangs- und Randbedingungen.

5.2 Vermessung als Grundlage des HN-Modells

Es wurden Gräben in einer Gesamtlänge von rd. 9,1 km vermessen. Dabei wurden 92 Querprofile und 37 Bauwerke aufgenommen.

Die vermessenen Querprofile werden in ein Geoinformationssystem importiert. Dort können die Profile um die Vorländer links und rechts erweitert werden, indem man sie mit den Höheninformationen aus dem Digitalen Geländemodell (DGM) verschneidet. Das DGM steht für Hamburg flächendeckend zur Verfügung und hat eine Auflösung von 1x1m.

5.3 Gerinnerauhigkeiten

Im Zuge des Modellaufbaus werden nachfolgende Rauheitswerte angesetzt:

- Flussschlauch: k_{St} = 30 $m^{1/3}/s$
- Vorland: k_{St} = 25 $m^{1/3}/s$

Diese Rauhigkeitsbeiwerte zeigten in der Vergangenheit bei ähnlichen Gewässersystemen die besten Ergebnisse.

5.4 Hydraulische Randbedingungen

Für das Modellgebiet fungiert das Schöpfwerk Allermöhe als Randbedingung, da es der einzige Systemauslass ist. Die Leistung der Pumpen ist in Kapitel 2.3 beschrieben.

Schnittstellen Untersuchungsraum Nettelnburg

Da für die vorliegende Untersuchung jedoch der Schwerpunkt auf Nettelnburg liegt, sind noch die Schnittstellen des Untersuchungsraums zu nennen. Sie bilden die verschiedenen Systemausgänge für den Teil Nettelnburg des HN-Modells. Somit bilden sie gewissermaßen vorgelagerte Randbedingungen. Die Schnittstellen sind in Abb. 4 skizziert, es handelt sich jeweils um Rohrleitungen, über die Nettelnburg sein Wasser ableiten kann. Die Lage sowie der Durchmesser dieser Rohrleitungen ist mit entscheidend für die Entwässerung von Nettelnburg.

6 Ergebnisse der hydraulischen Untersuchung

In der Folge werden die Ergebnisse der HN-Modellierung, ermittelten Defizite und potenzielle Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerungssituation erläutert.

Die Übersichtkarte in Anl. 2 zeigt die Überflutungen des simulierten 30-jährlichen Niederschlagsereignisses (blaue Flächen). Dabei ist an jeder Stelle der Zeitpunkt des maximalen Wasserstands der HN-Modellierung mit dem DGM verschnitten dargestellt. Es zeigt sich, dass vor allem die tiefliegenden Flächen im Bereich von Graben 9 und die oberhalb angeschlossenen Gräben von Überflutungen betroffen sind. Darüber hinaus kommt es im Bereich von Graben 5 zu Ausuferungen.

In Anl. 2 wird auch das Himmelfahrtsereignis von 2018 mit den roten Flächen (soweit dokumentiert, es gab weitere Betroffenheit, die hier nicht kartiert sind) der Simulation mit den blauen Flächen gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass - auch wenn sich das Himmelfahrtsereignis hydraulisch vom simulierten Ereignis unterscheidet - sich in vielen Bereichen die beobachteten und die modellierten Überflutungen decken.

In Anl. 3 sind in grün, gelb, orange und rot die Überströmungshöhen der Böschungen links und rechts in unmittelbarer Nähe zu den Gräben dargestellt. In den grünen Bereichen wird ein Freibord eingehalten. In den roten Bereichen müsste die Böschung mindestens 15 cm höher sein, um eine Ausuferung zu vermeiden.

In Anl. 4 sind Längsschnitte von ausgewählten Gräben bzw. Grabenfolgen dargestellt. Die Lage der Längsschnitte ist auch in Anl. 1 zu finden. In den Längsschnitten sind neben dem Maximal-Wasserstand des 30-jährlichen Niederschlagsereignisses auch die Böschungsoberkanten links und rechts dargestellt. In den Längsschnitten werden die Aufstau-Effekte deutlich. Diese sind meist von Durchlässen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit erzeugt.

6.1 Defizite

In Anl. 5 ist eine Übersichtskarte mit Verortung und Fotos von 9 Defizitstrecken dargestellt. Es handelt sich um 9 Durchlässe in deren Bereich es zu Aufstau bei dem Ablauf des 30-jährlichen Niederschlagsereignisses kommt. Die maximale Höhe des Aufstaus ist auch in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Aufstau im Bereich von ausgewählten Durchlässen bei HQ30 (Delta HQ30)

Nr.	Gewässer	Station	Länge	Durchlass	DN	Delta HQ30
[-]	[-]	[-]	[m]	[-]	[mm]	[cm]
1	Plattengraben	0+454 - 0+446	8.0	B00	800	ca. 50
2	Graben 1	0+120	100.0	B01	600	ca. 50
3	Graben 1	0+820	6.0	B03	600	ca. 50
4	Graben 3	1+350 - 1+380	16.3	B20	600	ca. 25
5	Graben 4	0+050 - 0+110	52.8	B23	600	ca. 20
6	Graben 5	0+020 - 0+180	148.6	B24	600	ca. 50
7	Graben 8	0+001 - 0+170	171.8	B32	600	ca. 50
8	Graben 9	0+160 - 0+170	6.5	B33	500	ca. 20
9	Graben 9	0+520 - 0+580	49.0	B35	500	ca. 20

An den Stellen, wo der Aufstau an einem Durchlass und Überflutungsflächen im Oberlauf des Durchlasses gemeinsam auftreten, kann davon ausgegangen werden, dass eine Ertüchtigung des Durchlasses eine Änderung der Maximalwasserstände bewirken würde. Dies gilt für:

- Graben 2 mit der Defizitstrecke 1
- Graben 5 mit der Defizitstrecke 6
- Gräben 8 und 9 mit den Defizitstrecken 7,8 und 9

Eine einseitige Beseitigung von einer einzelnen Defizitstrecke kann allerdings zu neuen Betroffenheiten führen. In Abb. 6 wird die dynamische Entwicklung des Wasserstands über die Zeit skizziert. Dabei sind zwei Momentaufnahmen vor und nach dem eigentlichen Maximal-Wasserstand (rote Linie) dargestellt. Der Zeitpunkt, zu dem der Wasserstand im Längsschnitt aktuell ist, wird ist jeweils links in dem Grafen mit der zeitlichen Entwicklung des Wasserstands abgebildet. Es zeigt sich, dass Graben 9 zwischen den Defizitstrecken 8 und 9 zu Beginn des Niederschlagsereignisses von Nord und Süd aufgefüllt wird. Zum Ende des Niederschlagsereignisses fließt das Wasser ausschließlich nach Norden hin ab. Defizitstrecke 8 verhindert zu Beginn ein schnelles Auffüllen von Graben 9. Zum Ende hin bremst Defizitstrecke 8 jedoch den Ablauf aus Graben 9 und den anderen Gräben oberhalb. In diesem Fall könnte eine einseitige Beseitigung von Defizitstrecke 8 zu einer Verschärfung der Überflutungen im Bereich von Graben 9 führen.

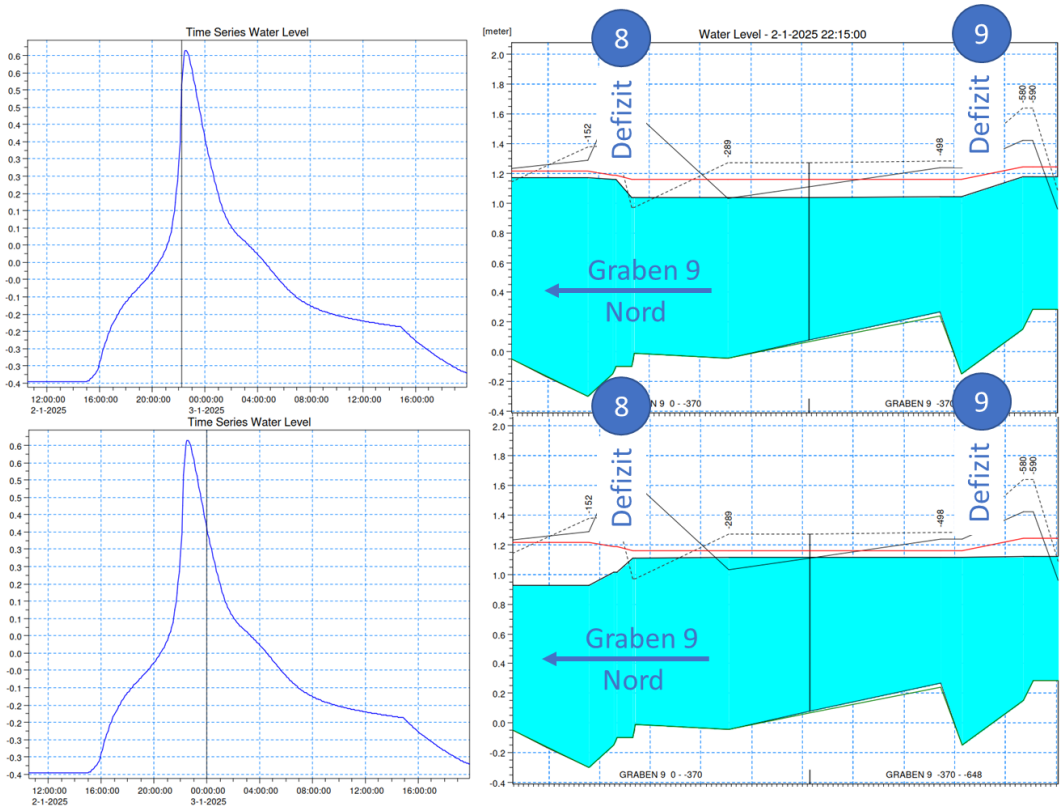

Abb. 6: Dynamische Entwicklung des Wasserstands in Graben 9

6.2 Maßnahmen

In Anl. 6 sind verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerungssituation in Nettelnburg verortet. Darüber hinaus sind die Maßnahmen sind in Tab. 2 aufgelistet.

Tab. 2: Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerung

Nr.	Gewässer	Station	Art der Maßnahme
[-]	[-]	[-]	[-]
1	Plattengraben	0+454 - 0+446	Ertüchtigung Durchlass
2	Graben 1	0+820	Ertüchtigung Durchlass
3	Graben 3	1+000	Ertüchtigung Durchlass
4	Graben 3	1+710	Ertüchtigung Durchlass
5	Graben 5	0+020 - 0+180	Ertüchtigung Durchlass
6	Graben 7	0+850	Neue Anbindung
7	Graben 8	0+001 - 0+170	Ertüchtigung Durchlass
8	Graben 9	0+050 - 0+400	Ertüchtigung Böschungsoberkante
9	Graben 11	0+000	Neue Anbindung

Empfohlen wird die Ertüchtigung, also die Erweiterung des Durchmessers der genannten Durchlässe. Dies gilt insbesondere für die Durchlässe im Plattengraben, im Graben 5 sowie im Graben 8 (siehe Anl. 6, Maßnahmen 1, 5 und 7). Der deutliche Aufstaueffekt im Bereich dieser Durchlässe in Verbindung mit dem Überströmen der Böschungsoberkanten (siehe Längsschnitte in Anl. 4) in diesen Bereichen kann so verringert werden.

Im Bereich von Graben 9 sind die errechneten Überflutungen großflächig. Der Grund hierfür ist ein tiefliegendes Gelände im Bereich der Böschungen und der Flächen zwischen der Klaus-Schuhmann-Straße und dem Katendeich insgesamt. Hier kann ggf. auch mit lokalen Maßnahmen im direkten Uferbereich von Graben 9 eine Verbesserung der Entwässerungssituation erreicht werden. Beispielsweise könnte mit einer Erhöhung der Böschungsoberkanten der Abfluss des Wassers im Ereignisfall im Graben gehalten werden. Möglicherweise ist aufgrund der beengten räumlichen Verhältnisse auch ein baulicher Eingriff (abschnittsweise vertikale Böschung) zielführend. Auch Hochborde bzw. Abflussschwellen vor Einfahrten oder in Bereich der Grundstücksgrenzen könnten Überflutungen minimieren.

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Entwässerungssituation können neue Gewässerverbindungen darstellen. Diese ermöglichen in kritischen Abflusssituationen neue Fließwege in ggf. weniger ausgelastete Streckenabschnitte. Vor allem das südliche Ende von Graben 7 scheint sich dafür zu eignen. Durch Anschluss an Graben 3 kann hier mit geringem Aufwand eine zusätzliche Verknüpfung im Entwässerungssystem Nettelnburg geschaffen werden (Maßnahme 6). Eine weitere potenzielle Verknüpfung wäre das westliche Ende von Graben 11 mit Graben 3. Hier ist allerdings eine größere Strecke zu überbrücken, was vermutlich nur über ein Siel in der Straße zu leisten wäre. Der Aufwand wäre im Vergleich zum erzielten Effekt verhältnismäßig groß, daher ist diese Maßnahme 9 nur nachgeordnet zu betrachten.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Auswirkungen eines Niederschlagereignis mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von einmal in 30 Jahren auf die Leistungsfähigkeit der bestehenden Entwässerung von Nettelnburg beurteilt.

Mit einem hydraulischen, hydro-numerischen Modell (HN-Modell) vom Einzugsgebiet des Schöpfwerks Allermöhe und im Speziellen von Nettelnburg wurde die Bestandssituation simuliert. Zu diesem Zweck wurde eine Vermessung der Gräben und Bauwerke in Nettelnburg durchgeführt, deren Daten in das HN-Modell implementiert wurden. Die Simulation des 30-jährlichen Niederschlagsereignisses wurde nach folgenden Punkten ausgewertet:

- Kartographische Darstellung der Maximalwasserstands (Überflutungsflächen)
- Analyse von Defizitstrecken
- Vorschläge für Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerungssituation

Die Überflutungsflächen des 30-jährlichen Ereignisses zeigen größere Betroffenheiten im Bereich von Graben 5 und 9 sowie deren Oberlieger.

Als Defizite lassen sich vor allem Durchlässe an neuralgischen Punkten ausmachen. Diese sorgen für Aufstau im Niederschlagsfall und Ausuferungen im Oberstrom.

Maßnahmen zur Verbesserung der Entwässerungssituation in Nettelnburg können die Ertüchtigung dieser Durchlässe, lokale Maßnahmen zum Überflutungsschutz und neue Gewässerverbindungen innerhalb des Grabensystems von Nettelnburg sein. Dies würde die Ableitung von Niederschlagswasser verbessern und Überflutungen reduzieren.

Hamburg, 10.07.2020

Dipl.-Geogr. Hydr. L. Krob
(Geschäftsführung)

Dipl.-Ing. K. Lorenz
(Projektbearbeitung)

8 Quellen

[1] Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Bau und Verkehr (2003): Bemessungsregen, Regenreihen der Freien und Hansestadt Hamburg

[2] DWA-Regelwerk (2006): Arbeitsblatt DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen

[3] Koegst (2009): Vorlesungsreihe Abwasserentsorgung I von Prof. Krebs, Institut für Siedlungs- und Industriewasserwirtschaft, TU Dresen

[4] DHI (2014): A Modelling System for Rivers and Channels. Softwaredokumentation. Danish Hydraulic Institute