

AUF Eberlein & Co. GmbH

91587 Adelshofen - Taubertal

**Neubau einer Wasserkraftanlage
Döhren / Leine**

Anlage 3.6

**Hydraulische Berechnung der Leine
im Bereich der Wehranlage Döhren**

AUF Eberlein & Co. GmbH
Hautschenmühle 1, 91587 Adelshofen

Neubau Wasserkraftanlage Döhren / Leine

Hydraulische Berechnung der Leine im Bereich der Wehranlage Döhren



März 2016

09099-3.1

Projektbearbeitung

Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH

Entwurfsverfasser

DIPL.-ING. JAN BRENCHEK

DIPL.-ING. (FH) FREDERIC ZECK

DIPL.-ING. (FH) RALF SCHUMACHER

Plan-/Kartenbearbeitung

DIPL.-ING. JAN BRENCHEK

DIPL.-ING. (FH) FREDERIC ZECK

Textbearbeitung

STEFANIE EICHLER

LISA SCHWARZ

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einführung	5
2 Hydronumerische Simulation.....	6
2.1 Modellaufbau.....	6
2.2 Randbedingungen.....	7
2.3 Kalibrierung des Modells	9
2.4 Berechnung der Lastfälle	9
3 Diskussion der Ergebnisse.....	10
3.1 Veränderung der Strömungssituation bei Mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ) ...	10
3.2 Veränderung der Strömungssituation bei Mittelwasserabfluss (MQ)	10
3.3 Veränderung der Strömungssituation bei bordvollem Abfluss (Q_{bordvoll}).....	11
3.3.1 Umlagerungsprozesse.....	12
4 Zusammenfassung.....	15
5 Quellenverzeichnis	16

Tabellenverzeichnis

Tab. 1.1: Lastfälle und Randbedingungen der Modellrechnungen.....	8
Tab. 1.2: Abflussaufteilung bei MNQ	10
Tab. 1.3: Abflussaufteilung bei MQ.....	11
Tab. 1.4: Abflussaufteilung bei Q_{bordvoll}	12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1: Darstellung des Modellgebietes.....	6
Abb. 3.1: Standorte der Probenahme.....	12

Anlagen

Anlage 1	Darstellung der hydraulischen Berechnung für MNQ im bestehenden Zustand	M. 1 : 1.000
Anlage 2	Darstellung der hydraulischen Berechnung für MNQ mit geplanter Wasserkraftanlage	M. 1 : 1.000
Anlage 3	Darstellung der hydraulischen Berechnung für MQ im bestehenden Zustand	M. 1 : 1.000
Anlage 4	Darstellung der hydraulischen Berechnung für MQ mit geplanter Wasserkraftanlage	M. 1 : 1.000
Anlage 5	Darstellung der hydraulischen Berechnung für Q_{bordvoll} im bestehenden Zustand	M. 1 : 1.000
Anlage 6	Darstellung der hydraulischen Berechnung für Q_{bordvoll} mit geplanter Wasserkraftanlage	M. 1 : 1.000
Anlage 7	Körnungslinie – Sedimentproben der Leine, Döhren - Probe 1	
Anlage 8	Körnungslinie – Sedimentproben der Leine, Döhren - Probe 2	
Anlage 9	Körnungslinie – Sedimentproben der Leine, Döhren - Probe 3	

1 Einführung

Die AUF Eberlein & Co. GmbH plant den Bau einer Wasserkraftanlage an der bestehenden Wehranlage der Leine in Hannover/Döhren.

Im Zuge der Planungen wurde die Frage aufgeworfen, ob durch Bau und Betrieb der Wasserkraftanlage mit einer Gefährdung der am Südufer des Leinebogens vorhandenen Kiesbank als Lebensraum und Laichhabitat zu rechnen ist. Im Ergebnis des Besprechungstermins vom 13. November 2012 beim Dezernat für Binnenfischerei – LAVES unter Beteiligung der Region Hannover, dem Büro für Umweltplanung, Gewässermanagement und Fischerei, Herrn Eberlein sowie der Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH sollen die Veränderungen der Strömungsverhältnisse im Leinebogen untersucht werden, wobei die Nutzung eines digitalen Strömungsmodells gewünscht wurde.

Die AUF Eberlein & Co. GmbH hat die Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH mit entsprechenden Untersuchungen beauftragt. Die Ergebnisse wurden erstmalig in einem Bericht im Juli 2013 vorgestellt.

Zur Berücksichtigung der zwischenzeitlich erfolgten Änderungen (im Wesentlichen Ersatz des Vertikalrechens durch einen Horizontalrechen vor der Wasserkraftanlage und dadurch bedingte Verlängerung der Wasserkraftanlage), wird mit diesem Bericht eine Aktualisierung der hydraulischen Modellierung vorgelegt.

2 Hydr numerische Simulation

2.1 Modellaufbau

Die komplexen Rahmenbedingungen, bestehend aus einer in Abhängigkeit des Oberwasserstandes gesteuerten Schützanlage im Alten Krafthaus, der Wasserkraftanlage (WKA) mit überströmtem Krafthausdach und der sehr wechselhaften Gewässergeometrie, erfordern die Abbildung in einem gekoppelten eindimensionalen-zweidimensionalen Abflussmodell. Die hydraulische Berechnung der Leine bei Döhren erfolgt mit Hilfe des Programms Mike Flood von DHI als stationäres Abflussmodell mit 1D/2D Kopplung. Das 1D-Modell umfasst den Wehrkanal einschließlich der Schützsteuerung am Alten Krafthaus (Leine-km 98,420 bis 98,615 sowie die geplante Wasserkraftanlage. Das 2D-Modell umfasst die Leine von km 98,615 bis 99,2 sowie den Leinebogen von Station 0,300 bis 0,700.

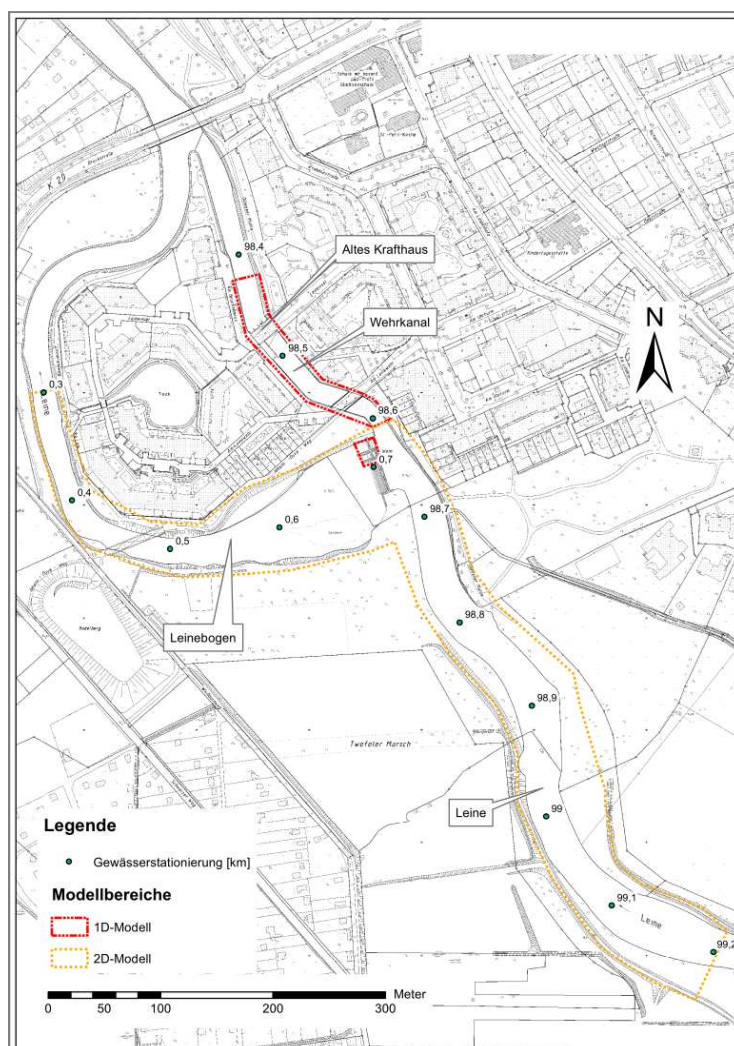


Abb. 1.1: Darstellung des Modellgebietes

Dem 1D-Modell liegen Vermessungsdaten zugrunde, die im Rahmen der Überarbeitung der gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiete der Leine in der Stadt und im Landkreis Hannover aus dem Jahr 2000 erhoben wurden. Das digitale Geländemodell (Bathymetrie) für das 2D-Modell wurde aus dem digitalen Geländemodell (DGM5) der Landesvermessung (LGLN) erzeugt. Dabei wurden die o. g. Vermessungsdaten, die Vermessungen der Ufer im Unterwasser des Wehres aus dem Jahr 2013 sowie eine Echolotvermessung des Leinebogens vom Unterwasser des Wehres bis unterhalb der Brücke Johann-Duve-Weg ebenfalls aus diesem Jahr zur Verfeinerung der Bathymetrie herangezogen.

Die Rauheiten werden als Rauheitswerte nach Manning-Strickler (k_{St} in $m^{1/3}/s$) im Modell berücksichtigt. Da nur Lastfälle bis maximal bordvollem Abfluss berechnet werden, wird ein einheitlicher Wert für die Sohle und das Ufer vergeben. Demnach weist die Leine/der Leinebogen in dem betrachteten Abschnitt Rauheiten zwischen $k_{St} = 32$ und $k_{St} = 38 m^{1/3}/s$ auf. Der Wehrkanal wird aufgrund der senkrecht betonierten Ufermauern bzw. der Spundwände mit $k_{St} = 40 m^{1/3}/s$ angesetzt.

2.2 Randbedingungen

Die hydraulischen Berechnungen erfolgen für drei Lastfälle, mittleres Niedrigwasser (MHQ), Mittelwasser (MQ) und den bordvollen Abfluss ($Q_{bordvoll}$). An der oberen Modellgrenze bei Leine-km 99,2 wird ein Abfluss und an den unteren Modellgrenzen bei Leine-km 98,420 und am Leinebogen bei Station 0,300 wird ein Wasserstand eingesteuert. Der angesetzte Abfluss am Modelleingang berücksichtigt den Abschlag von 0,89 - 1,0 m^3/s in das Umflutgewässer, das etwa bei km 99,05 von der Leine abzweigt und bei Station 0,500 in den Leinebogen mündet.

An der Leine bei Döhren befindet sich kein kontinuierlich aufzeichnender Pegel, daher wird auf den nächstgelegenen Pegel zurückgegriffen. Der Pegel Herrenhausen zeichnet sowohl Wasserstands- als auch Abflusswerte auf und besitzt eine ausreichend große Zeitreihe. Die Abflussereignisse MNQ und MQ können durch den Verhältniswert der Einzugsgebiete ermittelt werden (s. Tab. 1.1).

Die Leine am Pegel Herrenhausen besitzt gemäß dem Gewässerkundlichen Jahrbuch ein Einzugsgebiet von:

$$A_{\text{Eo, Herrenhausen}} = 5.304 \text{ km}^2$$

Das Einzugsgebiet Döhren beträgt nach Richwien (1991):

$$A_{\text{Eo, Döhren}} = 5.148 \text{ km}^2$$

Folglich ergibt sich der Faktor zur Berechnung der Abflusswerte in Döhren wie folgt:

$$f = \frac{A_{\text{Eo, Döhren}}}{A_{\text{Eo, Herrenhausen}}} = \frac{5.148}{5.304} = 0,97$$

Der Faktor gilt nur bis zum bordvollen Abfluss der Leine oberhalb von Döhren. Dieser beträgt rund $170 \text{ m}^3/\text{s}$. Bei größeren Abflüssen findet oberhalb von Döhren ein unkontrollierter Abschlag durch Ausuferung der Leine in Richtung der Ihme statt.

Die Wasserstände an den Modellausgängen können aus den Wasserständen am Pegel Herrenhausen aufgrund der Wehranlagen am Landtag und am Schnellen Graben nicht abgeleitet werden. Aus diesem Grund wird auf Einzelmessungen am Lattenpegel unterhalb des Alten Krafthauses sowie Wasserspiegelnivellements im Ober- und Unterwasser des Streichwehres zurückgegriffen. Die Einzelwerte wurden im Zuge der Planung zum *Neubau Wasserkraftanlage Döhren / Leine und Neubau der Wehranlage "Döhrener Wolle"* erhoben bzw. durch die Stadtwerke Hannover mitgeteilt.

Die Wasserstände und der Abfluss für den bordvollen Zustand wurden am 4. Juni 2013 vor Ort aufgenommen. Der zugehörige Abfluss im Pegel Herrenhausen wurde beim WSA Verden abgefragt.

In Tabelle 1.1 sind die Randbedingungen aufgeführt.

Lastfall	Abfluss* Herrenhausen [m ³ /s]	Abfluss Döhren [m ³ /s]	Abfluss Umflutgewässer [m ³ /s]	Unterwasserstand Leinebogen [mNHN]	Unterwasserstand Wehrkanal [mNHN]
MNQ	16,0	15,5	0,89	51,95	51,88
MQ	50,2	48,7	0,89	52,40	52,36
Q _{bordvoll}	175	170	1,00	54,00	53,92

* Werte für MNQ und MQ am Pegel Herrenhausen, siehe gewässerkundliches Jahrbuch 2013, NLWKN (2015)

Tab. 1.1: Lastfälle und Randbedingungen der Modellrechnungen

2.3 Kalibrierung des Modells

Die Kalibrierung des Modells erfolgte anhand der zur Verfügung stehenden Einzelmessungen sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus dem physikalischen Modellversuch Wasserkraftanlage "Döhrener Wolle" durch das Leichtweiss-Institut für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig (DREWES et al. 1998).

Die Rauheiten und die Steuerung der Schütztafeln am Alten Krafthaus wurden im Rahmen der Modellgenauigkeit angepasst, um die vor Ort gemessenen Wasserstände anzunähern. Die gemessenen Werte wurden bei vergleichbaren Abflussereignissen und Wehrstellungen unterhalb von Döhren bis auf wenige Zentimeter genau erreicht.

2.4 Berechnung der Lastfälle

Die hydraulischen Berechnungen erfolgen für den bestehenden Zustand und für den Zustand nach Fertigstellung der Wasserkraftanlage jeweils für die Lastfälle MNQ, MQ und Q_{bordvoll} . Die Ergebnisse der Berechnung sind in den Anlagen 1 bis 6 graphisch dargestellt. Die Geschwindigkeiten sind für alle Bereiche des 2D-Modells farblich bzw. mit Richtungspfeilen abgebildet. Das überströmte Krafthausdach sowie der Wehrkanal wurden, wie oben beschrieben, eindimensional berechnet. Die Darstellung der Fließgeschwindigkeiten mit Fließpfeilen für das bei bordvollem Abfluss überströmte Krafthausdach basiert auf einer analytischen Berechnung. Bei den Abflüssen MNQ und MQ wird das Krafthausdach lediglich geringfügig überströmt. Daher sind die eingestauten Flächen zwar eingefärbt, jedoch ohne Fließpfeile dargestellt.

Der dem bordvollen Abfluss in Döhren von $170 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechende Abfluss in Herrenhausen von $175 \text{ m}^3/\text{s}$ wird an dem dortigen Pegel an rund acht Tagen im Jahr überschritten.

3 Diskussion der Ergebnisse

3.1 Veränderung der Strömungssituation bei Mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ)

Bei MNQ wird im bestehenden Zustand, wie auch nach Fertigstellung der Wasserkraftanlage, der gesamte Abfluss über den Leinebogen abgegeben (s. Tab. 1.2). Der einzige Unterschied besteht darin, dass im bestehenden Zustand der Abfluss über die gesamte Wehrbreite abläuft und nicht konzentriert über die Turbine abgeführt wird (s. Anlage 1 und 2). Dies hat zur Folge, dass im Zustand mit geplanter Wasserkraftanlage im Unterwasser des Streichwehres geringe Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,0 und 0,25 m/s herrschen.

Der Einfluss der geplanten Wasserkraftanlage auf die Geschwindigkeitsverteilung endet rund 60 m unterstrom der Wehranlage.

Zustand	Abfluss Döhren [m ³ /s]	Abfluss abzgl. Umfluter [m ³ /s]	Abfluss Leinebogen [m ³ /s]			Abfluss Wehrkanal [m ³ /s]
			Turbine*	Krafthaus- dach	Streich- wehr	
Bestand	15,5	14,6	0,0	0,0	14,6	0,0
Geplante WKA	15,5	14,6	13,9	0,2	0,5	0,0

* inkl. Fischauf- und -abstiegsanlage bei WKA

Tab. 1.2: Abflussaufteilung bei MNQ

3.2 Veränderung der Strömungssituation bei Mittelwasserabfluss (MQ)

Im bestehenden Zustand wird bei MQ ein Abfluss von 10,9 m³/s über den Wehrkanal abgeleitet, um das Stauziel von 54,28 mNHN zu halten (s. Tab. 1.3). Die verbleibenden rund 37,0 m³/s strömen über die gesamte Wehrbreite. Im Unterwasser bilden sich am linken und rechten Ufer Bereiche mit Geschwindigkeiten von 0,51 bis 0,75 m/s aus. Dazwischen herrschen Fließgeschwindigkeiten von 0,26 bis 0,5 m/s, dies wird durch den an dieser Stelle befindlichen Kolk verursacht. Aufgrund der größeren Wassertiefe ergeben sich geringere Fließgeschwindigkeiten.

Im Vergleich dazu ergeben sich bei Betrieb der Wasserkraftanlage am linken Ufer geringere Fließgeschwindigkeiten von 0,00 bis 0,25 m/s. Über die Wasserkraftanlage (Turbinen inkl. Fischauf- und abstiegsanlage bei WKA) laufen 31,5 m³/s (bei MQ, s. Tab. 1.3). Am Auslauf der WKA ergeben sich Geschwindigkeiten von 0,26 bis 0,75 m/s. (s. Anlage 3 und 4).

Etwa 80 m unterhalb des Wehres ist im Zustand mit der geplanten Wasserkraftanlage eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeiten auf nahezu gesamter Breite feststellbar. Dies resultiert daraus, dass entgegen dem bestehenden Zustand der gesamte Abfluss über den Leinebogen geführt wird.

Zustand	Abfluss Döhren [m ³ /s]	Abfluss abzgl. Umfluter [m ³ /s]	Abfluss Leinebogen [m ³ /s]			Abfluss Wehrkanal [m ³ /s]
			Turbine*	Krafthausdach	Streichwehr	
Bestand	48,7	47,8	0,0	0,0	36,9	10,9
Geplante WKA	48,7	47,8	31,5	0,2	16,1	0,0

* inkl. Fischauf- und -abstiegsanlage bei WKA

Tab. 1.3: Abflussaufteilung bei MQ

3.3 Veränderung der Strömungssituation bei bordvollem Abfluss (Q_{bordvoll})

Wie Tabelle 1.4 zeigt, bleibt die Abflussaufteilung zwischen Wehrkanal und Leinebogen bei bordvollem Abfluss nahezu gleich. Im bestehenden Zustand herrschen am Nordufer des Leinebogens die größten Fließgeschwindigkeiten. Durch den Einbau der Wasserkraftanlage verlagert sich die Hauptströmung in die Mitte des Leinebogens (s. Anlage 5 und 6).

Im Bereich der Kiesbank am Südufer des Leinebogens direkt unterhalb der Wehranlage bildet sich in beiden Zuständen eine Kehrströmung aus. Durch die Verlagerung der Hauptströmung zur Flussmitte sind im Zustand mit Wasserkraftanlage die Fließgeschwindigkeiten im Wirbel tendenziell höher als im bestehenden Zustand, liegen aber in beiden Szenarien im Bereich von 0,0 bis 0,5 m/s.

Unterhalb von Station 0,520 und damit 180 m unterhalb der Wehranlage unterscheidet sich das Strömungsbild der zu vergleichenden Zustände kaum voneinander.

Zustand	Abfluss Döhren [m ³ /s]	Abfluss abzgl. Umluter [m ³ /s]	Abfluss Leinebogen [m ³ /s]			Abfluss Wehrkanal [m ³ /s]
			Turbine*	Krafthaus-dach	Streich-wehr	
Bestand	170	169	0,0	0,0	105	64
Geplante WKA	170	169	21,6	30,0	56,4	61

* inkl. Fischauf- und -abstiegsanlage bei WKA

Tab. 1.4: Abflussaufteilung bei Q_{bordvoll}

3.3.1 Umlagerungsprozesse

Die Umlagerung von Sediment im Gewässer ist abhängig von dessen Größe und Beschaffenheit sowie der vorherrschenden Abflüsse. Bei Einzelkorngefüge, wie es bei der sandig-kiesigen Sohle der Leine der Fall ist, kann anhand der Korngrößen eine kritische Fließgeschwindigkeit v_{krit} angegeben werden, bei der die Schlepptension des Wassers groß genug ist, um das Korn zu bewegen. Zur näheren Beurteilung des vorhandenen Materials wurden drei Sedimentproben entnommen und in Hinblick auf die Kornverteilung untersucht (siehe Abb. 3.1). Die Sieblinien der drei Sedimentproben sind in Anlage 7 bis 9 beigefügt.

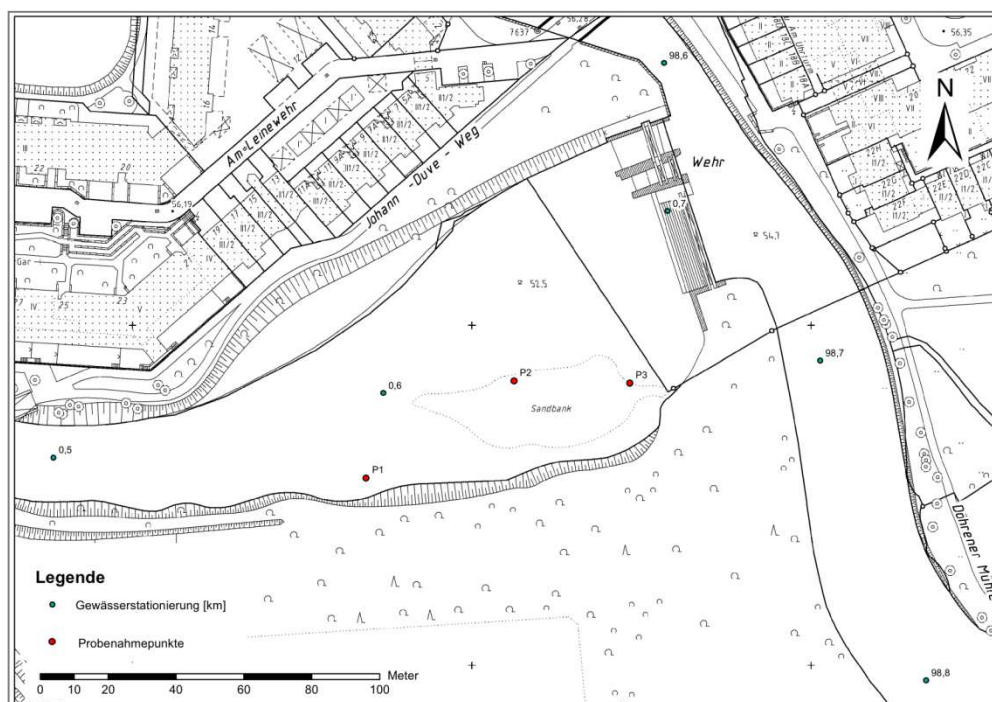


Abb. 3.1: Standorte der Probenahme

Die maßgebenden Krongrößen betragen demnach 0,063 bis 63 mm. Gemäß BOLLRICH (2007) beträgt die kritische Fließgeschwindigkeit für Feinsand $v_{\text{krit}} = 0,2$ bis $0,35$ m/s, bei Grobkies beträgt $v_{\text{krit}} = 1,25$ bis $1,6$ m/s. Im Unterwasser des Wehres sind darüber hinaus Wasserbausteine in großem Umfang vorhanden, die durch die Sedimentproben nicht repräsentiert werden.

Unter Berücksichtigung der hydraulischen Modellberechnungen ist durch den Einbau der Wasserkraftanlage nicht mit einer grundlegenden Veränderung der Umlagerungsprozesse zu rechnen.

Bei Niedrigwasserabfluss (MNQ) sind die Fließgeschwindigkeiten im Oberwasser der Wehranlage so gering, dass kaum Material ins Unterwasser weitergeleitet wird (Rückstaubereich als "Sedimentfalle"). Die prägnante Kiesbank am Südufer des Leinebogens ragt bei Niedrigwasser deutlich aus dem Wasserspiegel heraus und liegt in großen Teilen trocken. Am Rand der Kiesbank befinden sich im bestehenden Zustand Strömungsbereiche mit bis zu $0,5$ m/s. Durch den Bau und Betrieb der Wasserkraftanlage reduzieren sich die Geschwindigkeiten hier auf $< 0,25$ m/s.

Bei Mittelwasserabfluss (MQ) wird im Rückstaubereich sedimentiertes Material wieder mobilisiert und ins Unterwasser der Wehranlage weitergeleitet. Sowohl im Ist- als auch im Plan-Zustand bildet sich am Südufer unmittelbar unterhalb des Wehres eine in der Geschwindigkeit vergleichbare Wirbelströmung aus. Unmittelbar nördlich des Wirbels herrschen im Ist-Zustand höhere Fließgeschwindigkeiten als im Plan-Zustand. Der Bereich der höheren Fließgeschwindigkeiten mit entsprechenden Einflüssen auf den Sedimenttransport verlagert sich im Plan-Zustand in Richtung des Nordufers.

Die stärksten Umlagerungsprozesse in Gewässern werden im Allgemeinen bei bordvollem Abfluss erreicht. Sowohl im bestehenden als auch im Zustand mit Wasserkraftanlage bildet sich eine Wirbelströmung im Bereich der Kiesbank am Südufer des Leinebogens in vergleichbarer Größe aus. Bei Geschwindigkeiten von $< 0,5$ m/s ist hier in beiden Zuständen mit Ablagerung von Kies zu rechnen, die aus dem Oberwasser zugeführt werden. Die vorhandene Kiesbank ist das Ergebnis dieses dynamischen Prozesses, der durch den Einbau der Wasserkraftanlage in die Wehranlage nicht grundlegend verändert wird.

Die Gefahr einer Kolmation der Kiesbank ist aus den Ergebnissen nicht ableitbar. Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Sedimenttransport als dynamischer Prozess zu verstehen ist. Durch die über die Jahre stattfindende Umlagerung kommt es kleinräumig fortlaufend zu Veränderungen an der Geometrie der Kiesbank. Mit einer Veränderung der Geometrie geht i. d. R. auch immer eine Veränderung der kleinräumigen Geschwindigkeitsverteilung einher. Diese Dynamik wird auch nach dem Bau einer Wasserkraftanlage erhalten bleiben.

4 Zusammenfassung

Durch die geplante Wasserkraftanlage ergeben sich Veränderungen in der Strömungsverteilung des Leinebogens unterhalb der bestehenden Wehranlage. Diese reichen bei Niedrigwasser bis ca. 60 m ins Unterwasser der Wehranlage, bei Mittelwasser rd. 80 m und bei bordvollem Abfluss rd. 180 m. Am Einmündungsbereich des bestehenden Umflutgewässers ergeben sich damit keine signifikanten Veränderungen.

Eine grundlegende Veränderung der Abflussverhältnisse und der damit verbundenen Umlagerungsprozesse des Sedimentes ist auf Grundlage der Strömungsberechnungen nicht zu erwarten. Kleinräumig ist mit einer Verschiebung innerhalb der Geschwindigkeitsverteilung zu rechnen.

Die Gefahr einer Kolmation der Kiesbank ist aus den Ergebnissen nicht ableitbar.

Das mehrteilige, steuerbare Wehr bietet die Möglichkeit des Spülens und der gezielten Verteilung des Abflusses, soweit dies erforderlich ist.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Sedimenttransport als dynamischer Prozess zu verstehen ist. Durch die über die Jahre stattfindende Umlagerung kommt es kleinräumig fortlaufend zu Veränderungen an der Geometrie der Kiesbank. Mit einer Veränderung der Geometrie geht i. d. R. auch immer eine Veränderung der kleinräumigen Geschwindigkeitsverteilung einher. Diese Dynamik wird auch nach Bau einer Wasserkraftanlage erhalten bleiben.

Verfasser:

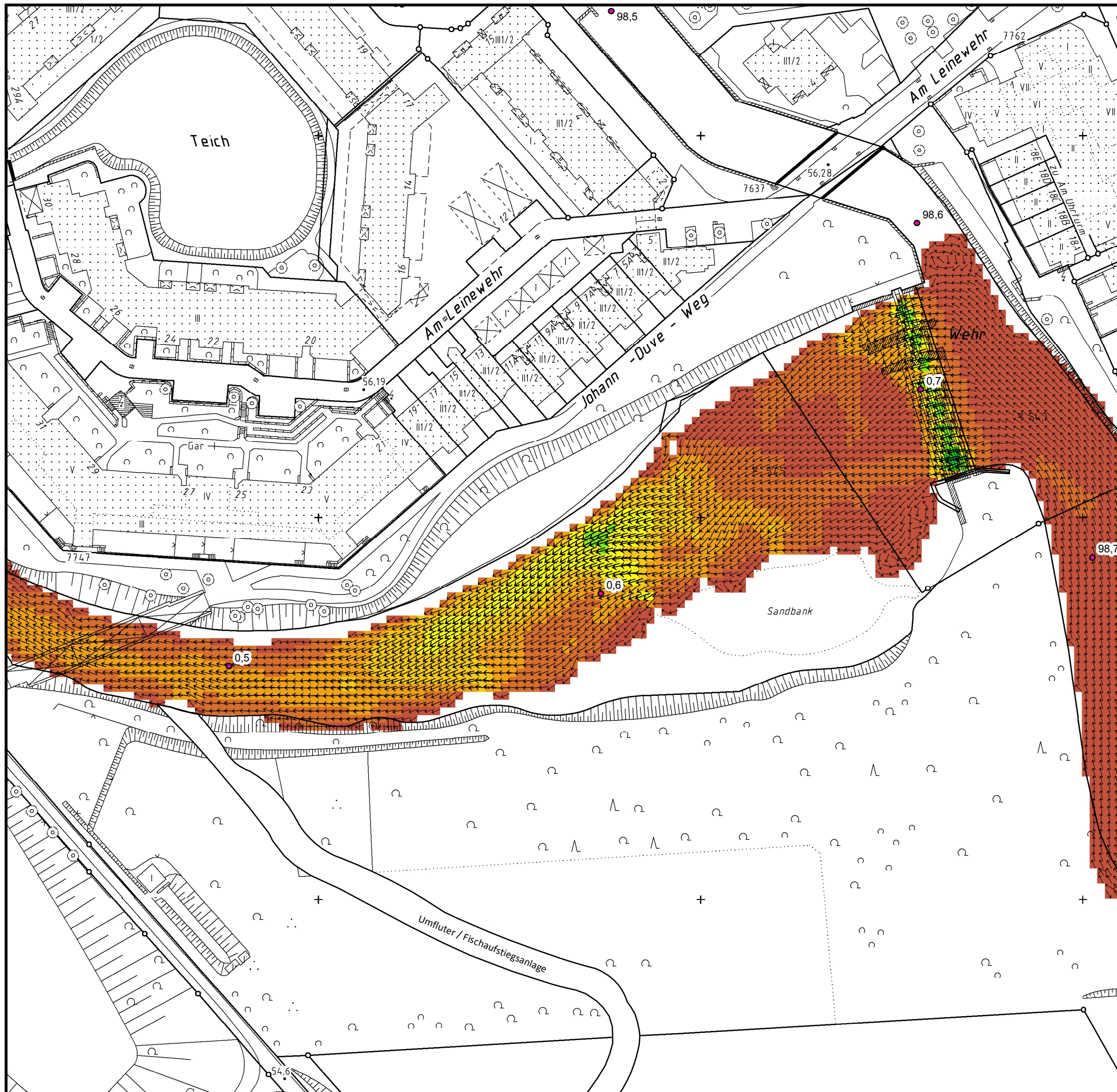
Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH
Celle, 3. März 2016



.....
Jan Brencher

5 Quellenverzeichnis

- BOLLRICH, G. (2007): Technische Hydromechanik, Bd. 1, 6. Durchgesehene und korrigierte Auflage; Berlin., Seite 267.
- DREWES, U. , ETTMER, B. , Mertens, W. (1999): Wasserbauliche Modellversuche für die Leine in Hannover-Döhren – Wasserkraftanlage „Döhrener Wolle“; enthalten in: Entwurfs-Genehmigungsplanung Wasserkraftanlage "Döhrener Wolle". Im Auftrag der Wertbau AG. [unveröffentlicht]
- NLWKN, NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2015): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch Weser- und Emsgebiet 2013; Norden.
- RICHWIEN, W (1991): Kraftwerksvarianten für den Döhrener Leinestau, Teil I: Bauliche, topographische und wasserwirtschaftliche Randbedingungen. Im Auftrag der Landeshauptstadt Hannover, Tiefbauamt. [unveröffentlicht]



Darstellung der hydraulischen Berechnung für MNQ im bestehenden Zustand

Fließgeschwindigkeiten mit Richtungspfeil in m/s Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s

- | | |
|---------------|---------------|
| ↑ 0,00 - 0,25 | ■ 0,00 - 0,25 |
| ↑ 0,26 - 0,50 | ■ 0,26 - 0,50 |
| ↑ 0,51 - 0,75 | ■ 0,51 - 0,75 |
| ↑ 0,76 - 1,00 | ■ 0,76 - 1,00 |
| ↑ 1,01 - 1,25 | ■ 1,01 - 1,25 |
| ↑ 1,26 - 1,50 | ■ 1,26 - 1,50 |
| ↑ 1,51 - 1,75 | ■ 1,51 - 1,75 |
| ↑ 1,76 - 2,00 | ■ 1,76 - 2,00 |
| ↑ 2,01 - 2,50 | ■ 2,01 - 2,50 |
| ↑ 2,51 - 3,00 | ■ 2,51 - 3,00 |
| ↑ 3,01 - 3,80 | ■ 3,01 - 3,80 |

● Gewässerstationierung [km]




Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

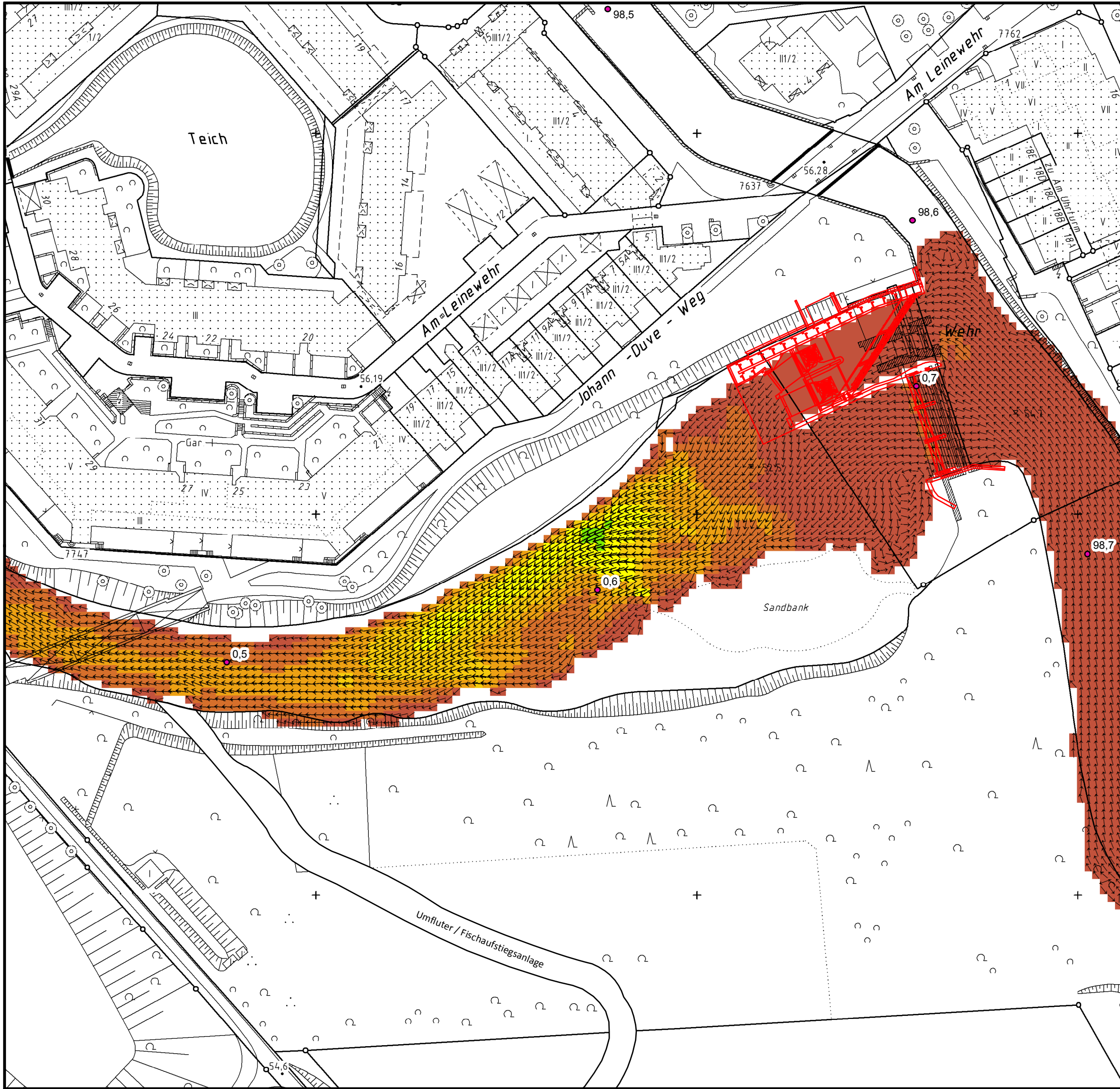
AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage
Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung
für MNQ im bestehenden Zustand

aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000 bearbeitet: J. Brencher gezeichnet: J. Brencher Anlage 1 Registrier-Nr.: 09099-20
 <p>Celle, 11. Februar 2016 Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle Fon (0 51 41) 93 88-0 Fax (0 51 41) 93 88-88 info@heidt-peters.de</p>	<p>Druckdatei: s. Pfad Grundplan: Kürzel</p>

Pfad: \\sf2015\projekte\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekte\20_MNQ_Hyd_Berechn_IST.mxd



Darstellung der hydraulischen Berechnung für MNQ mit geplanter Wasserkraftanlage

— Geplante Wasserkraftanlage mit Klappenwehr

Fließgeschwindigkeiten mit Richtungs Pfeil in m/s	Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s
↑ 0,00 - 0,25	0,00 - 0,25
↑ 0,26 - 0,50	0,26 - 0,50
↑ 0,51 - 0,75	0,51 - 0,75
↑ 0,76 - 1,00	0,76 - 1,00
↑ 1,01 - 1,25	1,01 - 1,25
↑ 1,26 - 1,50	1,26 - 1,50
↑ 1,51 - 1,75	1,51 - 1,75
↑ 1,76 - 2,00	1,76 - 2,00
↑ 2,01 - 2,50	2,01 - 2,50
↑ 2,51 - 3,00	2,51 - 3,00
↑ 3,01 - 3,80	3,01 - 3,80

● Gewässerstationierung [km]



Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung für MNQ mit geplanter Wasserkraftanlage

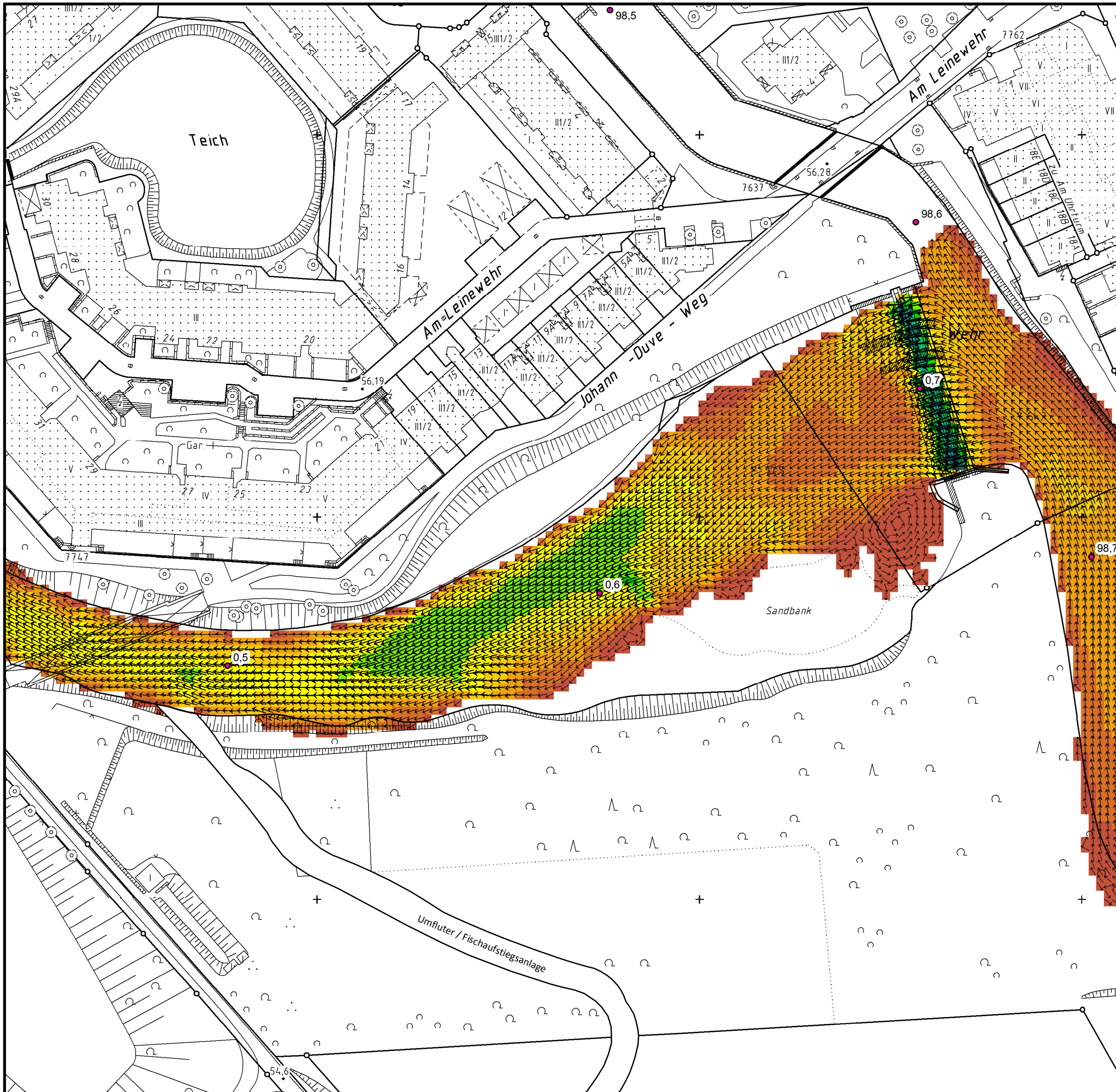
aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000
gezeichnet: J. Brencher	bearbeitet: J. Brencher
gezeichnet: J. Brencher	Anlage 2
gezeichnet: J. Brencher	Registrier-Nr.: 09099-21
Druckdatei: s. Pfad	Grundplan: Kürzel

Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de



Celle, 11. Februar 2016

Dokumentpfad: P:\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekt\21_MNQ_Hyd_Berechn_Planung.mxd



Darstellung der hydraulischen Berechnung für MQ im bestehenden Zustand

Fließgeschwindigkeiten mit Richtungspfeil in m/s	Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s
↑ 0,00 - 0,25	0,00 - 0,25
↑ 0,26 - 0,50	0,26 - 0,50
↑ 0,51 - 0,75	0,51 - 0,75
↑ 0,76 - 1,00	0,76 - 1,00
↑ 1,01 - 1,25	1,01 - 1,25
↑ 1,26 - 1,50	1,26 - 1,50
↑ 1,51 - 1,75	1,51 - 1,75
↑ 1,76 - 2,00	1,76 - 2,00
↑ 2,01 - 2,50	2,01 - 2,50
↑ 2,51 - 3,00	2,51 - 3,00
↑ 3,01 - 3,80	3,01 - 3,80

● Gewässerstationierung [km]



Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage
Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung
für MQ im bestehenden Zustand

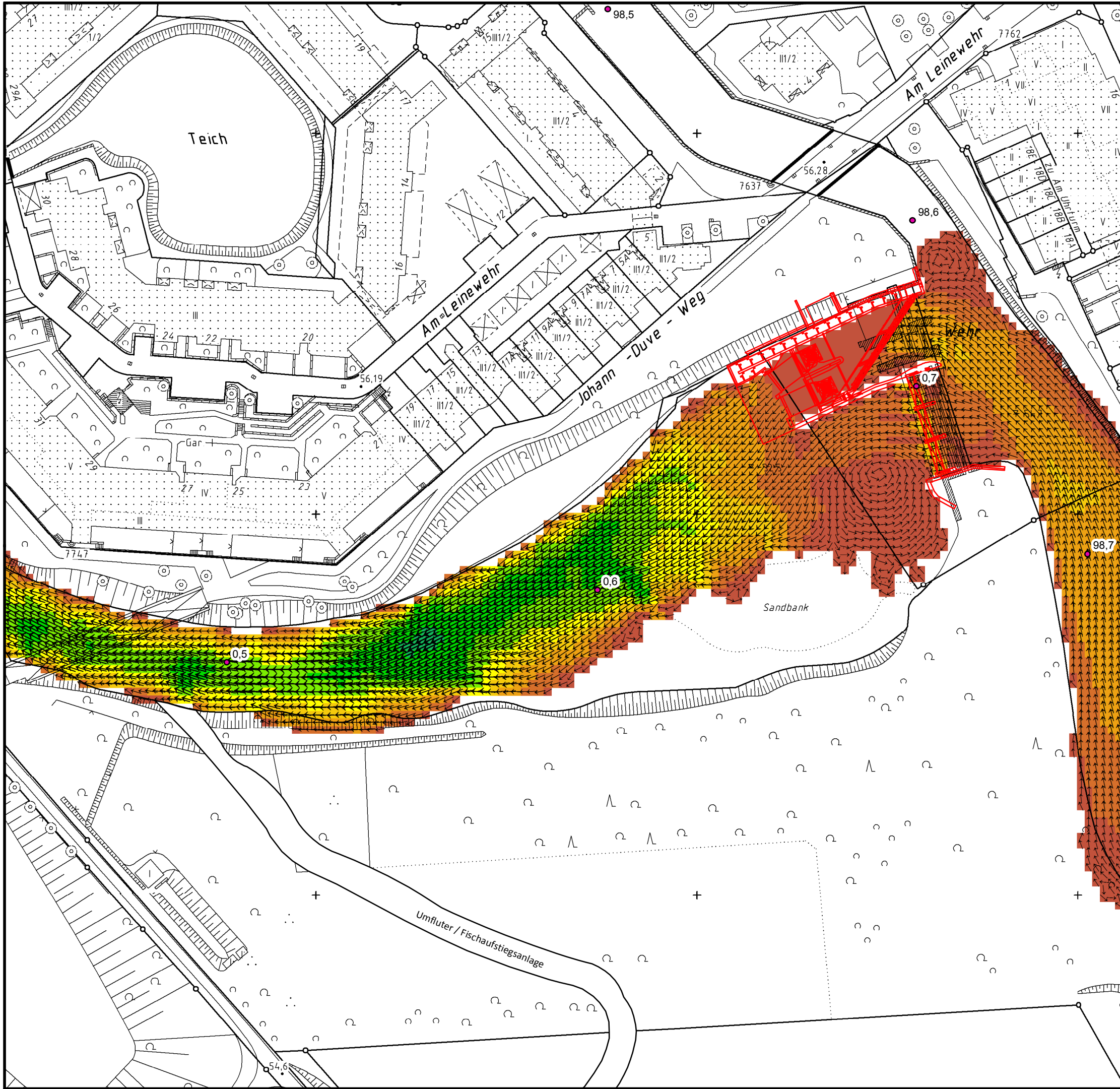
aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000
gezeichnet: J. Brencher	bearbeitet: J. Brencher
gezeichnet: J. Brencher	Anlage 3
gezeichnet: J. Brencher	Registrier-Nr.: 09099-22
Druckdatei: s. Pfad	Grundplan: Kürzel

Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de



Celle, 11. Februar 2016

Dokumentpfad: P:\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekt\22_MQ_Hyd_Berechn_IST.mxd



Darstellung der hydraulischen Berechnung für MQ mit geplanter Wasserkraftanlage

- Geplante Wasserkraftanlage mit Klappenwehr
- | Fließgeschwindigkeiten mit Richtungspfeil in m/s | Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s |
|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ↑ 0,00 - 0,25 | ■ 0,00 - 0,25 |
| ↑ 0,26 - 0,50 | ■ 0,26 - 0,50 |
| ↑ 0,51 - 0,75 | ■ 0,51 - 0,75 |
| ↑ 0,76 - 1,00 | ■ 0,76 - 1,00 |
| ↑ 1,01 - 1,25 | ■ 1,01 - 1,25 |
| ↑ 1,26 - 1,50 | ■ 1,26 - 1,50 |
| ↑ 1,51 - 1,75 | ■ 1,51 - 1,75 |
| ↑ 1,76 - 2,00 | ■ 1,76 - 2,00 |
| ↑ 2,01 - 2,50 | ■ 2,01 - 2,50 |
| ↑ 2,51 - 3,00 | ■ 2,51 - 3,00 |
| ↑ 3,01 - 3,80 | ■ 3,01 - 3,80 |
- Gewässerstationierung [km]



Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage
Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung
für MQ mit geplanter Wasserkraftanlage

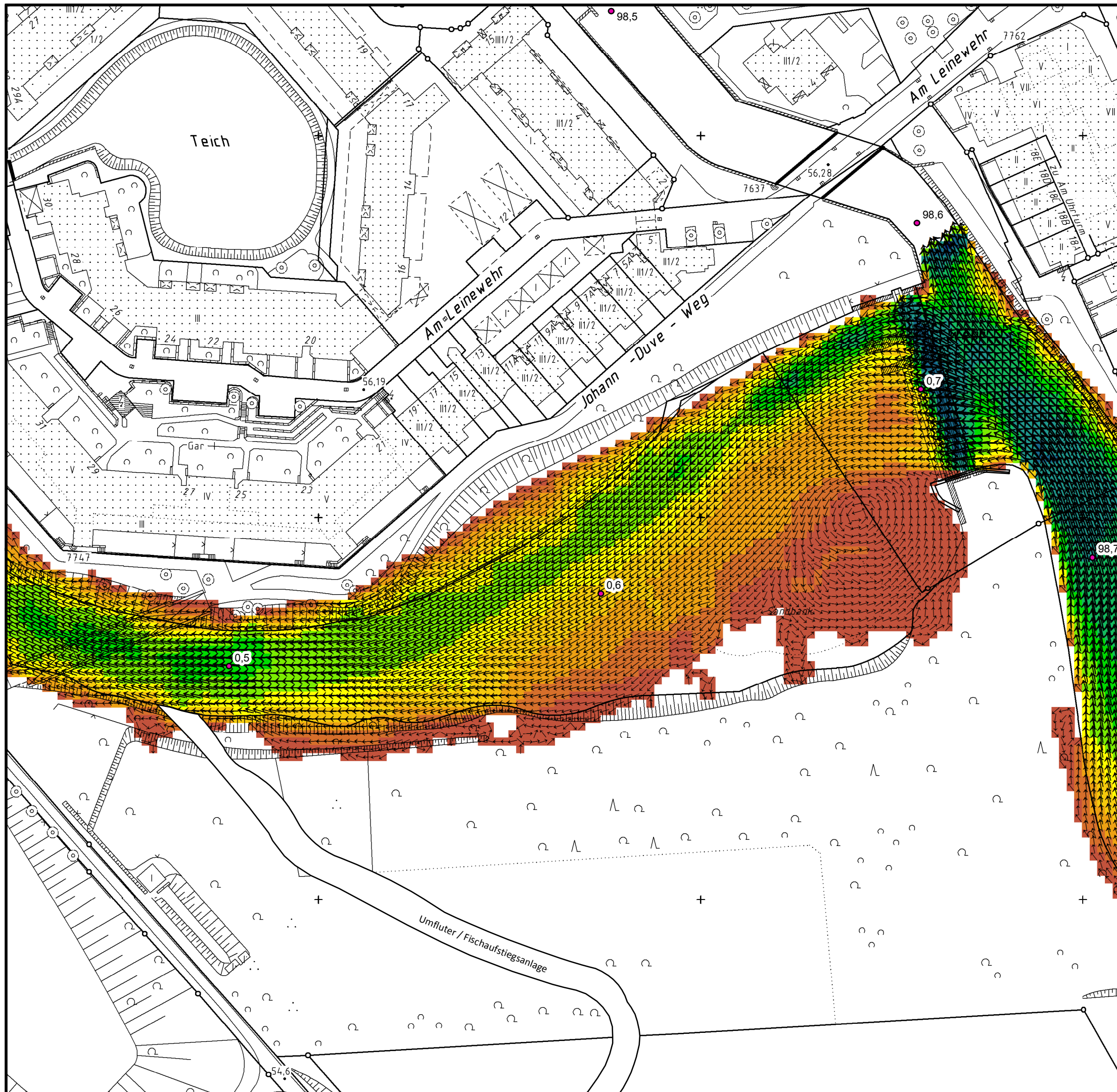
aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000
gezeichnet: J. Brencher	bearbeitet: J. Brencher
Registrier-Nr.: 09099-23	Anlage 4
Druckdatei: s. Pfad	Grundplan: Kürzel

Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de

Celle, 11. Februar 2016

Dokumentpfad: P:\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekt\23_MQ_Hyd_Berechn_Planung.mxd





Darstellung der hydraulischen Berechnung für $Q_{bordvoll}$ im bestehenden Zustand

Fließgeschwindigkeiten mit Richtungspfeil in m/s Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s

- | | |
|---------------|---------------|
| ↑ 0,00 - 0,25 | ■ 0,00 - 0,25 |
| ↑ 0,26 - 0,50 | ■ 0,26 - 0,50 |
| ↑ 0,51 - 0,75 | ■ 0,51 - 0,75 |
| ↑ 0,76 - 1,00 | ■ 0,76 - 1,00 |
| ↑ 1,01 - 1,25 | ■ 1,01 - 1,25 |
| ↑ 1,26 - 1,50 | ■ 1,26 - 1,50 |
| ↑ 1,51 - 1,75 | ■ 1,51 - 1,75 |
| ↑ 1,76 - 2,00 | ■ 1,76 - 2,00 |
| ↑ 2,01 - 2,50 | ■ 2,01 - 2,50 |
| ↑ 2,51 - 3,00 | ■ 2,51 - 3,00 |
| ↑ 3,01 - 3,80 | ■ 3,01 - 3,80 |

● Gewässerstationierung [km]



Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage
Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung
für $Q_{bordvoll}$ im bestehenden Zustand

aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000
gezeichnet: J. Brencher	bearbeitet: J. Brencher
gezeichnet: J. Brencher	Anlage 5
gezeichnet: J. Brencher	Registrier-Nr.: 09099-24
Druckdatei: s. Pfad	Grundplan: Kürzel

Sprengrstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de



Celle, 11. Februar 2016

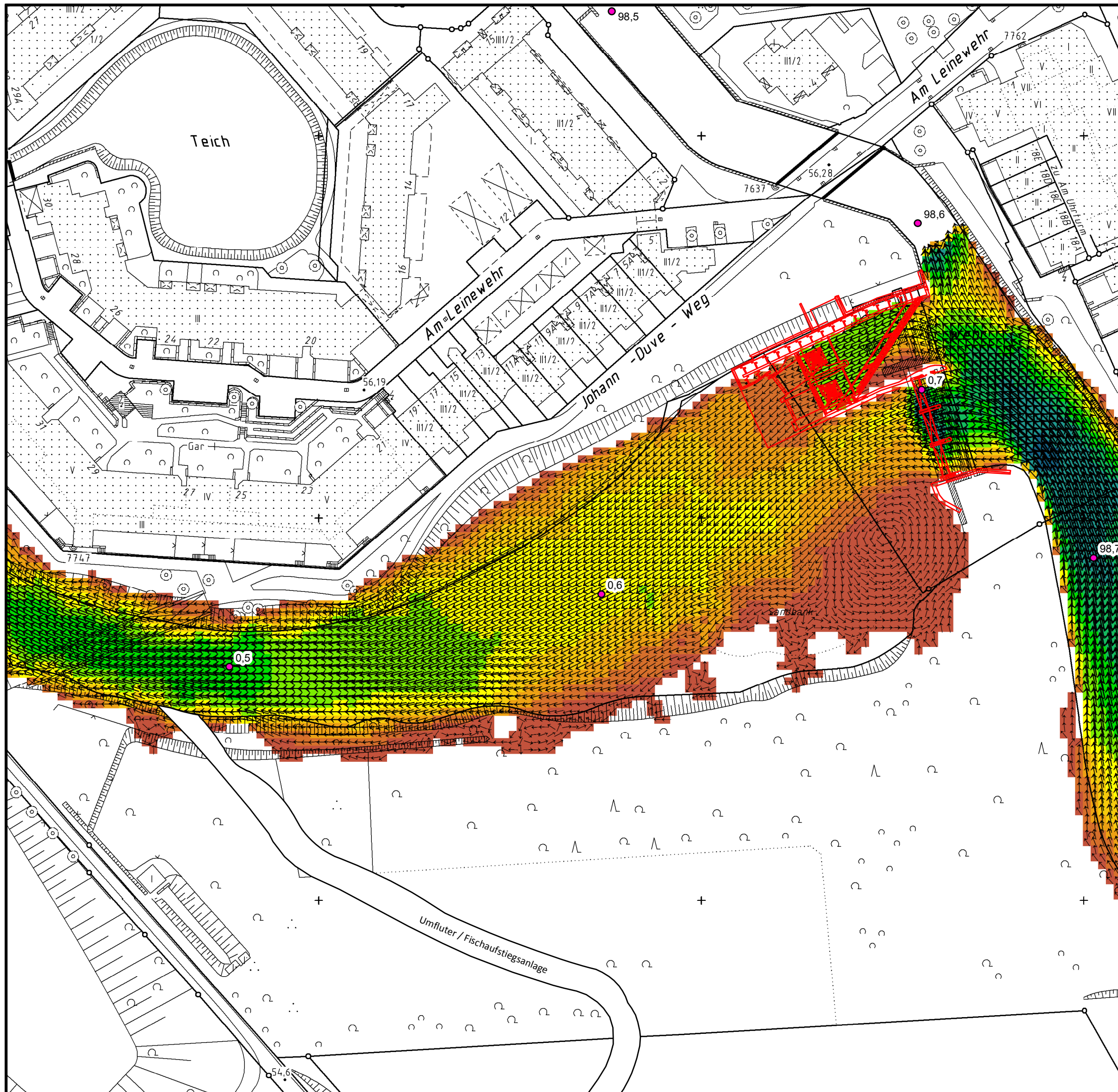
Dokumentpfad: P:\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekt\24_bordvoll_Hyd_Berechn_IST.mxd

Darstellung der hydraulischen Berechnung für Q_{bordvoll} mit geplanter Wasserkraftanlage

— Geplante Wasserkraftanlage mit Klappenwehr

Fließgeschwindigkeiten mit Richtungspfeil in m/s	Fließgeschwindigkeiten farblich hinterlegt in m/s
↑ 0,00 - 0,25	0,00 - 0,25
↑ 0,26 - 0,50	0,26 - 0,50
↑ 0,51 - 0,75	0,51 - 0,75
↑ 0,76 - 1,00	0,76 - 1,00
↑ 1,01 - 1,25	1,01 - 1,25
↑ 1,26 - 1,50	1,26 - 1,50
↑ 1,51 - 1,75	1,51 - 1,75
↑ 1,76 - 2,00	1,76 - 2,00
↑ 2,01 - 2,50	2,01 - 2,50
↑ 2,51 - 3,00	2,51 - 3,00
↑ 3,01 - 3,80	3,01 - 3,80

● Gewässerstationierung [km]



Quelle:
Auszug aus der Stadtkarte der Landeshauptstadt Hannover

Nr.	Änderung	Datum	bearb./gez.

AUF Eberlein & Co. GmbH

Neubau Wasserkraftanlage
Döhren / Leine

Darstellung der hydraulischen Berechnung
für Q_{bordvoll} mit geplanter Wasserkraftanlage

aufgestellt: AUF Eberlein & Co. GmbH Ingenieurgesellschaft Heidt + Peters mbH	Maßstab: 1:1.000
gezeichnet: J. Brencher	bearbeitet: J. Brencher
Anlage 6	Registrier-Nr.: 09099-25
Druckdatei: s. Pfad	Grundplan: Kürzel

Sprengerstraße 38 c, 29223 Celle
Fon (0 51 41) 93 88-0
Fax (0 51 41) 93 88-88
info@heidt-peters.de



Celle, 11. Februar 2016

Dokumentpfad: P:\2009\09099\30_LP_3_EP\21_ArcGIS\Projekt\25_bordvoll_Hyd_Berechn_Planung.mxd