



HGN Beratungsgesellschaft mbH
Büro Braunschweig
Celler Straße 66
38114 Braunschweig

+49 (0)531 250 40 203
braunschweig@hgn-beratung.de
www.hgn-beratung.de

Hydraulisches Gutachten zur Planung „Ökologische Gewässeraufweitung der Neile innerhalb der Ortslage Neuwallmoden“

Auftraggeber: Wasserverband Harz-Heide
Horst 6
31226 Peine

Projekt: Neuwallmoden Neumodellierung Neile-Aufweitung/ 23-103

Bearbeitung: Dipl.-Geoökol. Anke Heuer

Bestätigt: 
.....
Christian Siemon
Büroleiter

Ort, Datum: Braunschweig, 23. Januar 2024

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung	5
2	Grundlagendaten	6
3	Auszug aus dem Bericht „HWSK Neile“ [7]	6
3.1	Datengrundlage	6
3.2	Niederschlag-Abfluss-Modell	7
3.2.1	Software	7
3.2.2	Berechnungsverfahren	7
3.2.3	Modellaufbau	8
3.2.3.1	Teileinzugsgebiete	8
3.2.3.2	Ermittlung der CN-Werte.....	10
3.2.3.3	Niederschlag	17
3.2.3.4	Abflussbeiwert.....	20
3.2.4	Validierung des NA-Modells	20
3.2.5	Ergebnisse Bestand HQ ₅ und HQ ₁₀₀	22
3.3	Hydraulisches Modell der Neile	23
3.3.1	Aufbau des Berechnungsnetzes der Neile	23
3.3.1.1	Aufbau des Modellgitters	23
3.3.1.2	Randbedingungen.....	25
3.3.2	Sensitivitätsanalyse	26
3.3.3	Kalibrierung	26
3.3.4	Plausibilitätsprüfung.....	27
4	Hydraulisches Modell zur Überprüfung der Gewässeraufweitung	27
4.1	Anpassung des IST-Modells	27
4.2	Anpassung des PLAN-Modells zur Gewässeraufweitung	28
5	Hydraulische Berechnungen Gewässeraufweitung	30
5.1	Hydraulisches Modell und Software	30
5.2	Durchführung der Rechenläufe und Abflüsse.....	30
5.3	Ergebnisse	30
5.3.1	Schadloser Abfluss	31
5.3.2	Gegenüberstellung definierter Abflussereignisse und HQ ₁₀₀	32
5.3.2.1	Ausuferungen.....	33
5.3.2.2	Wassertiefen	37
5.3.2.3	Wasserspiegeldifferenzen	39
5.4	Weitere Planungsvarianten.....	44
6	Zusammenfassung	45
7	Quellen.....	46

Tabellen

Tabelle 3-1:	Bodennutzung und CN-Werte nach Maniak [9]	10
Tabelle 3-2:	Flächennutzung im EZG der Neile	13
Tabelle 3-3:	Bodenklassen nach der DVWK [2]	15
Tabelle 3-4:	CN-Werte (Bestand) für das Einzugsgebiet der Neile	17
Tabelle 3-5:	Niederschläge der Teilflächen nach KOSTRA 2010-R abgemindert nach FLAMINKO [13]..	19
Tabelle 3-6:	Ergebnisse der hydrologischen Berechnung für das HQ ₅ und HQ ₁₀₀ nach Dauerstufen; grün: maßgebliche Dauerstufe	22
Tabelle 3-7:	Zuläufe im hydraulischen Modell der Neile	25
Tabelle 3-8:	K _{st} -Werte für die Flächennutzungen	25
Tabelle 3-9:	K _{st} -Werte und dazugehörige WSPL-Höhen bei der Modellkalibrierung	26
Tabelle 5-1:	Übersicht der hydraulisch betrachteten Varianten in der Projekthistorie	44

Abbildungen

Abbildung 1-1:	Lage von Neuwallmoden (Kartengrundlage: GoogleMaps)	5
Abbildung 1-2:	Lage der geplanten Gewässeraufweitungen an der Neile in Neuwallmoden (Kartengrundlage: AK5 2019)	6
Abbildung 3-1:	Teilflächen im Einzugsgebiet der Neile	9
Abbildung 3-2:	Systemplan der Teilflächen im EZG der Neile	10
Abbildung 3-3:	Flächennutzungsdaten im Einzugsgebiet der Neile (Nutzungen teilweise zusammengefasst) 12	
Abbildung 3-4:	Bodentypen im Einzugsgebiet der Neile	14
Abbildung 3-5:	Bodenklassen im Einzugsgebiet der Neile	16
Abbildung 3-6:	KOSTRA-Zellen im EZG der Neile	18
Abbildung 3-7:	Nomogramm zur Ermittlung des Abminderungsfaktors aus Gebietsgröße und Dauerstufe [13]	19
Abbildung 3-8:	Verteilung DVWK-Regen [8]	20
Abbildung 3-9:	Niederschlag an der Station Langelsheim-Astfeld und Abfluss am Pegel Sehlde beim Ereignis 2017	21
Abbildung 3-10:	Scheitelabflüsse ausgewählter Berechnungsknoten für das HQ ₁₀₀	23
Abbildung 3-11:	Umring des hydraulischen Modells	24
Abbildung 4-1:	Vermessung der Neile im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“ in Neuwallmoden; Quelle: Vermessungsbüro Schröder	27
Abbildung 4-2:	Neile im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“ in Neuwallmoden; Quelle: Vermessungsbüro Schröder	28
Abbildung 4-3:	Hydraulisches Modell der Neile in Neuwallmoden im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“; links IST-Urzustand und rechts nach Übernahme der Vermessung	28
Abbildung 4-4:	PLAN-Profile (exemplarisch) für die Neileaufweitung; Quelle: Ingenieurbüro Metzging GmbH	29
Abbildung 4-5:	Hydraulisches Modell der Neile in Neuwallmoden im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“; links Lageplanansicht PLAN, oben rechts IST-Zustand, unten rechts PLAN-Zustand	29

Abbildung 5-1: Ergebnisse für die Ermittlung des schadlosen Abflusses des IST-Zustands; links = 18,0 m ³ /s und rechts = 18,5 m ³ /s; dargestellt sind die Wassertiefen von blau (bis 0,25 m) über gelb/orange (0,25-0,75 m) zu rot (0,75 – 4 m).....	31
Abbildung 5-2: Ergebnisse für die Ermittlung des schadlosen Abflusses des PLAN-Zustands; links = 18,5 m ³ /s und rechts = 19,0 m ³ /s; dargestellt sind die Wassertiefen von blau (bis 0,25 m) über gelb/orange (0,25-0,75 m) zu rot (0,75 – 4 m).....	32
Abbildung 5-3: Referenzpunkte und Angaben zur Absenkung des Wasserspiegels zum punktuellen Abgleich der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung (Kartengrundlage: AK5, 2019)	33
Abbildung 5-4: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für Q=22 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	34
Abbildung 5-5: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für Q=28 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	35
Abbildung 5-6: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019) ...	36
Abbildung 5-7: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für Q=22 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	37
Abbildung 5-8: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für Q=28 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	38
Abbildung 5-9: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019)	39
Abbildung 5-10:Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für Q=22 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	40
Abbildung 5-11:Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für Q=28 m ³ /s (Kartengrundlage: AK5, 2019)	41
Abbildung 5-12:Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019) ..	42
Abbildung 5-13:Lage de Achse für den Längsschnitt (Kartengrundlage: AK5, 2019)	43
Abbildung 5-14:Längsschnitt der Wasserspiegel der Neile IST - PLAN-Zustand.....	43

1 Aufgabenstellung

Zur Entlastung bei Hochwassersituationen in der Ortslage Neuwallmoden (Abbildung 1-1) soll an der Neile durch eine Aufweitung der Fließquerschnitt vergrößert werden. Ein Teil dieser Maßnahme, die Entnahme einer Wasserbausteinschüttung, wurde bereits umgesetzt und stellt nun die neue Bestandssituation dar. Gegenüber der ursprünglichen Gewässergeometrie bei Aufnahme der Planungen für einen verbesserten Hochwasserschutz für die Ortschaft Neuwallmoden konnte die hydraulische Leistungsfähigkeit der Neile dadurch bereits um rund 1,5 m³/s verbessert werden. Im Zuge der weiteren Planungen soll die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässers durch Aufweitung des rechtsseitigen Neileufers weiter verbessert werden. Dafür wurden zwei Bauabschnitte betrachtet, wobei nur die Umsetzung des ersten Bauabschnitts (Ortslage Neuwallmoden, Abbildung 1-2) Antragsgegenstand ist. Details zur Planung der Gewässeraufweitung können dem Erläuterungsbericht zur Planung entnommen werden. Dieses Gutachten dient als Anlage zum Planfeststellungsantrag.

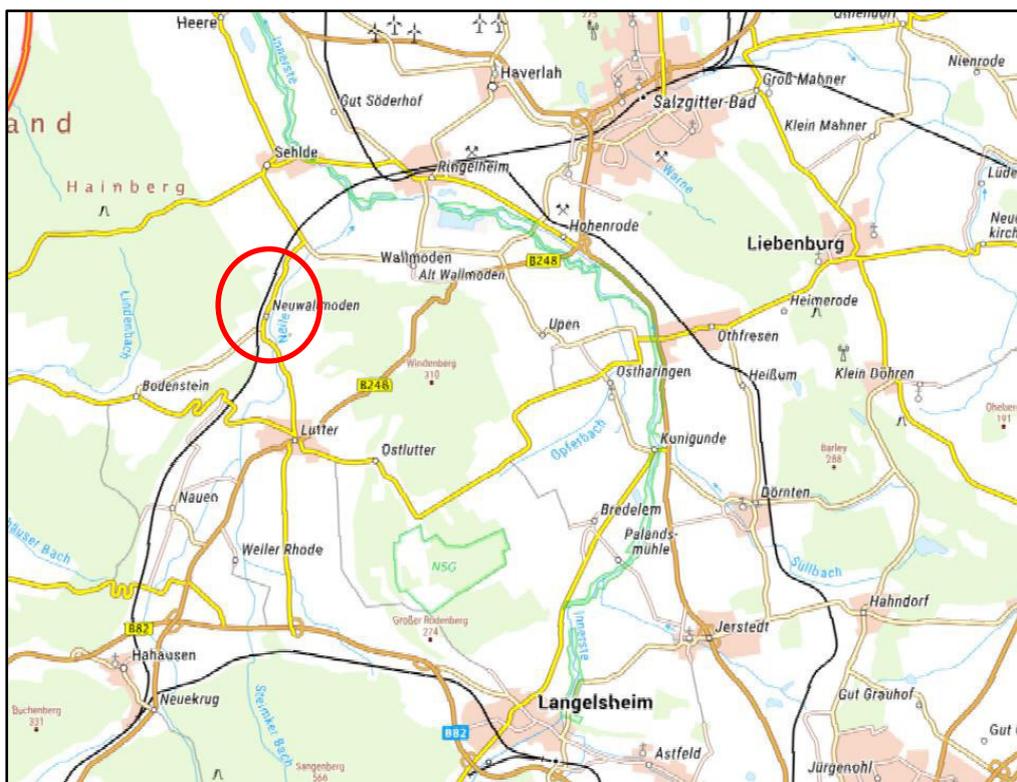


Abbildung 1-1: Lage von Neuwallmoden (Kartengrundlage: GoogleMaps)

- AK5 im EZG der Neile (WVP)
- DOP im EZG der Neile (WVP)
- Vermessung der Neile von der Mündung in die Innerste bis Gewässer-km 11+020 (WVP, 2012)
- Vermessung des Steimker Bachs von der Mündung in die Neile bis Gewässer-km 3+140 (WVP, 2012)
- Vermessung der Neile von Gewässer-km 11+020 bis Gewässer-km 12+420 (Vermessungsbüro Bährwolf, 2019)
- Vermessung des Steimker Bachs von Gewässer-km 3+140 bis Gewässer-km 4+120 (Vermessungsbüro Bährwolf, 2019)
- Vermessung der Hummecke von der Mündung in die Neile bis Gewässer-km 2+400 (Vermessungsbüro Bährwolf, 2019)
- Vermessung des Kiefbachs von der Mündung in den Steimker Bach bis Gewässer-km 0+900 (Vermessungsbüro Bährwolf, 2019)
- Aktuelle Pegelstatistik am Pegel Sehle (NLWKN, 2019)

3.2 Niederschlag-Abfluss-Modell

3.2.1 Software

Für die hydrologischen Berechnungen wurde das Modul FGM aus dem Softwarepaket „Hochwasseranalyse und -berechnung“ des Instituts für Wasser und Gewässerentwicklung - Bereich Hydrologie (IWG) am Karlsruher Institut für Technologie (KIT), kurz IWG-HW verwendet.

Das Softwarepaket Hochwasseranalyse und -berechnung unterstützt bei den wesentlichen Aufgaben bei der hydrologischen Bemessung von wasserwirtschaftlichen und wasserbaulichen Anlagen und beim Nachweis der Wirksamkeit von Maßnahmen auf die Abflüsse in einem Flusseinzugsgebiet [6].

Das Programmpaket lässt sich thematisch in folgende Aufgabenbereiche unterteilen:

- Statistische Analyse von Extremwerten
- Auswertung von gemessenen Hochwasserereignissen
- Niederschlag-Abfluss-Modelle für kleine Einzugsgebiete
- Detaillierte Niederschlag-Abfluss-Modellierung in einem komplexen Einzugsgebiet (FGM)
- Zusatz- und Analyseprogramme

Die Software kann sowohl für die Modellkalibrierung, also die Anpassung der Modellparameter an gemessene Niederschlag-Abfluss-Ereignisse, als auch für die Simulation, Ermittlung von Bemessungswerten aus synthetischen Niederschlägen ausgewählter Jährlichkeiten sowie für Nachweisrechnungen über die Wirksamkeit von abflussbeeinflussenden Maßnahmen, z.B. Hochwasserrückhaltebecken eingesetzt werden.

Für die Flussgebietsmodellierung stehen verschiedene Programme zur Verfügung, die nacheinander angewendet werden können.

3.2.2 Berechnungsverfahren

Für die Simulation der Wellenverformung entlang der Gewässerstrecke wurde das Kalinin-Miljukov-Verfahren gewählt. Das gewählte Verfahren berücksichtigt sowohl Retentions- als auch Translationseffekte.

Die Wellenverformung wird über eine lineare Doppelspeicherkaskade beschrieben, wobei eine Kaskade das Abflussverhalten des Gewässerbetts und die andere Kaskade nur das Abflussverhalten des Vorlands beschreibt.

Der Prozess der Abflussbildung beschreibt den Anteil des gesamten gefallenen Gebietsniederschlags, der aufgrund der vorherrschenden Topografie und Vegetation abflusswirksam wird (effektiver Niederschlag). Die Ermittlung des effektiven Niederschlags erfolgt für das vorliegende Untersuchungsgebiet mit dem US-SCS-Verfahren. Dieses empirische Verfahren bestimmt den abflusswirksamen Anteil des Gebietsniederschlags in Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe sowie gebietsspezifischer Kenngrößen für Boden (Bodenfeuchte, Bodentyp) und Landnutzung.

Der Prozess der Abflusskonzentration beschreibt die Transformation des effektiven Niederschlags in den Direktabfluss sowie seine Überlagerung mit dem Basisabfluss und erfolgt mit Hilfe einer gebietsspezifischen Übertragungsfunktion.

3.2.3 Modellaufbau

3.2.3.1 Teileinzugsgebiete

Die Einzugsgebiete aus der hydrografischen Karte wurden anhand der Wasserscheiden in insgesamt 22 Teilflächen unterteilt (Abbildung 3-1). Sie haben ähnliche hydrologische Eigenschaften hinsichtlich Hangneigung, Bodenart und Landnutzung. Weiterhin orientierte sich die Aufteilung an den Anforderungen der hydraulischen Modellierung und den vorgesehenen Maßnahmen, so dass insbesondere an den Maßnahmenstandorten und an den von Hochwasser betroffenen Ortslagen eine möglichst hohe Genauigkeit bzgl. der Abflusswerte erzielt werden kann. Für die Eingabe in die Software wurden die Teilflächen in einen Systemplan überführt (Abbildung 3-2):

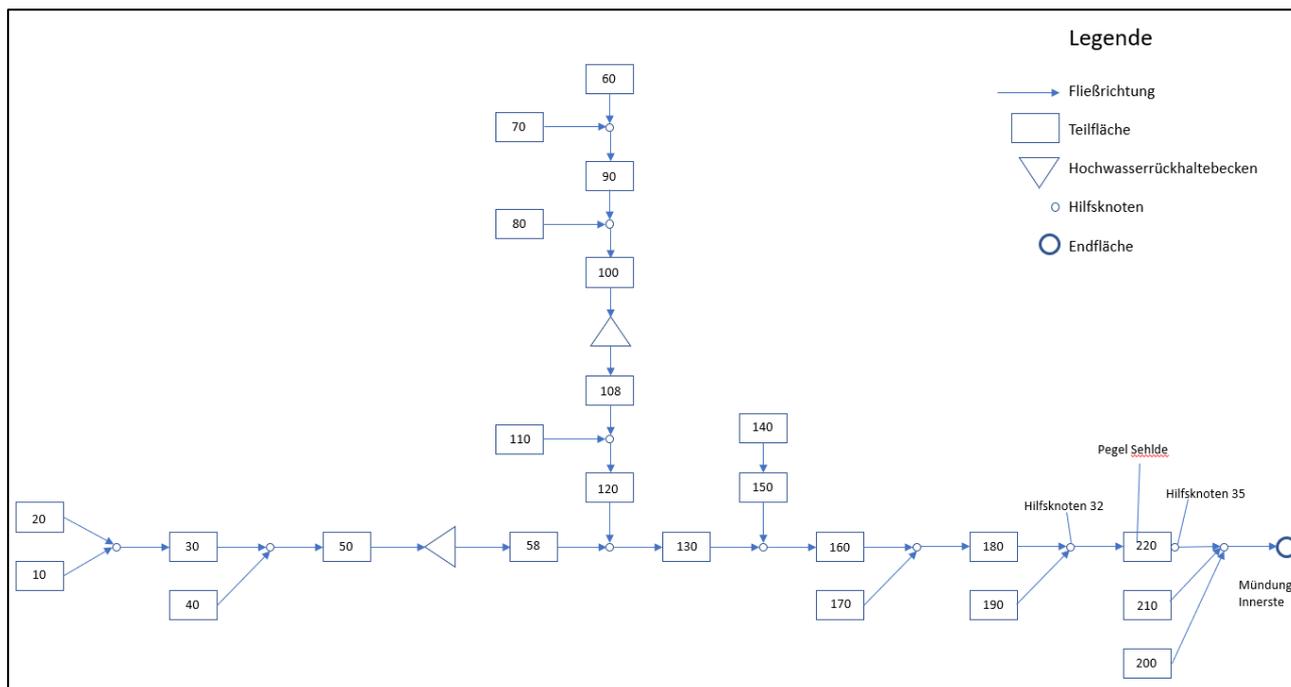


Abbildung 3-2: Systemplan der Teilflächen im EZG der Neile

3.2.3.2 Ermittlung der CN-Werte

Flächennutzungsdaten

Für das Einzugsgebiet der Neile wurden die Flächennutzungen im Einzugsgebiet der Neile den Bodennutzungen nach Maniak [9] zugeordnet (Tabelle 3-1, Abbildung 3-3).

Tabelle 3-1: Bodennutzung und CN-Werte nach Maniak [9]

Bodennutzung		CN für Bodengruppe				
		A	B	C	C/D	D
Undurchlässige Fläche		100	100	100	100	100
Ödland (ohne nennensw. Bewuchs)		77	86	91	92.5	94
Reihenkulturen (Hackfrüchte) herköm.		70	80	87	88.5	90
Reihenkultur, nach Schichtlinien		67	77	83	85	87
Wein (Terassen)		64	73	79	80.5	82
Getreide:	herkömmlich	64	76	84	86	88
Getreide:	nach Schichtlinien	62	74	82	83.5	85
Getreide:	terassenartig	60	71	79	80.5	82
Futterpflanzen (Klee)		62	75	83	82.5	82
Weide	fett	39	61	74	77	80
Weide	normal	49	69	79	81.5	84
Weide	karg	68	79	86	87.5	89
Dauerwiese		30	58	71	74.5	78
Haine, Obstanlagen (mittel)		36	60	73	76	79
Wald	stark aufgelockert	45	66	77	80	83
Wald	mittel	36	60	73	76	79
Wald	dicht	25	55	70	73.5	77

Bodennutzung		CN für Bodengruppe				
		A	B	C	C/D	D
Wald	sehr dicht	15	44	54	57.5	61
Wald	divers	15	44	54	57.5	61
Wirtschaftshöfe		59	74	82	84	86
Feldwege, befestigt		74	84	90	91	92
asphaltierte Fläche		98	98	98	98	98
Schotterstraße		76	85	89	90	91
Städt. Wohn- und Geschäftsviertel		89	92	94	94.5	95
Innerstädtische Freifläche	guter Zustand	39	61	74	77	80
Innerstädtische Freifläche	mäßiger Zustand	49	69	79	81.5	84
Wohngebiet	Versiegelungsgrad 65 %	77	85	90	91	92
Wohngebiet	Versiegelungsgrad 38 %	61	75	83	85	87
Bahntrasse		58	63	69	71.5	74
Tennebelag		38	42	47	49	51
Fließgewässer		100	100	100	100	100
Stehendes Gewässer		0	0	0	0	0

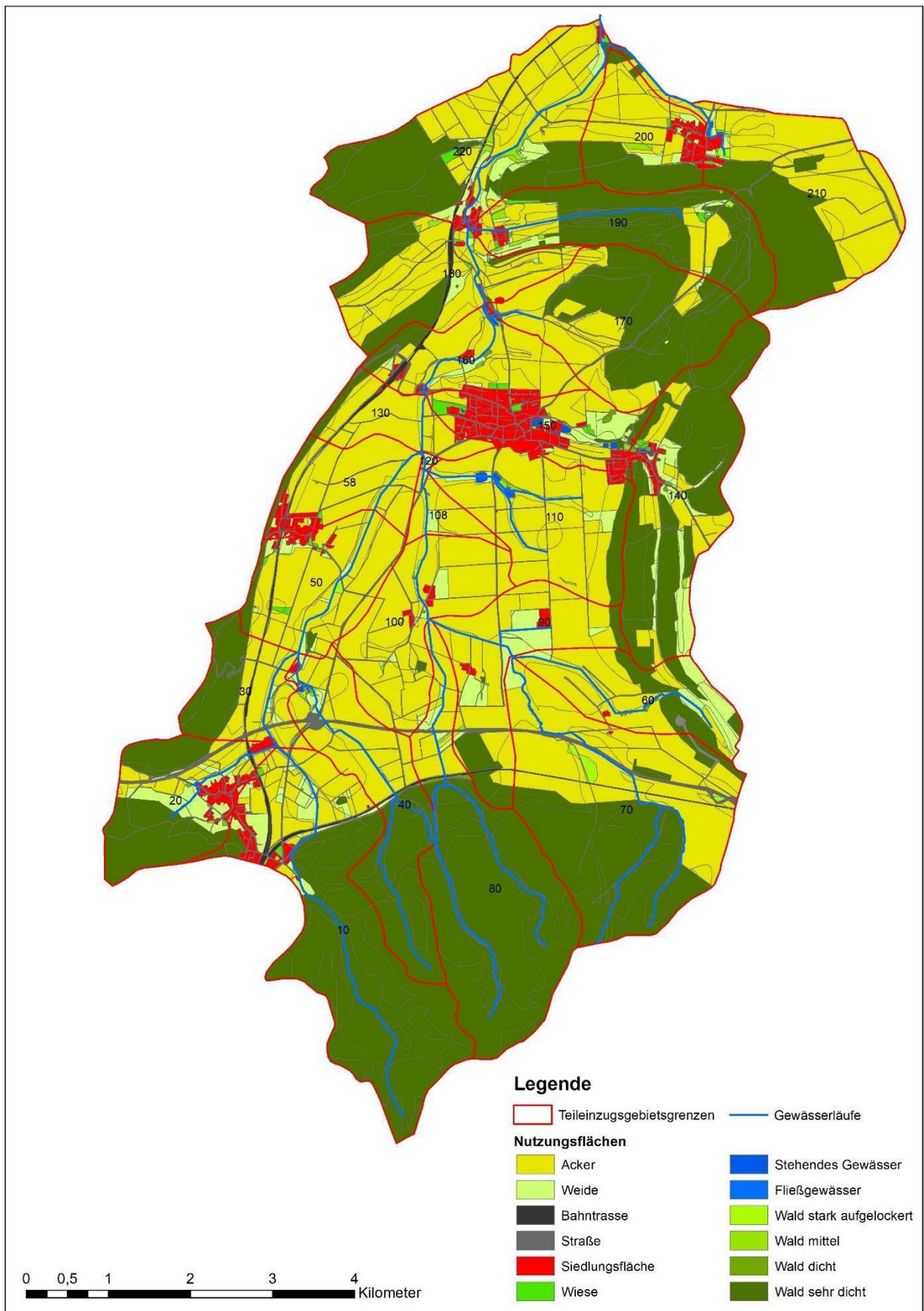


Abbildung 3-3: Flächennutzungsdaten im Einzugsgebiet der Neile (Nutzungen teilweise zusammengefasst)

Ein Verschnitt der Flächennutzungsdaten mit den Teileinzugsgebieten ergab folgende Verteilung der Flächennutzungsdaten (Tabelle 3-2):

Tabelle 3-2: Flächennutzung im EZG der Neile

TEZG	Flächen in km ²					Summe [km ²]
	Acker	Grünland	Siedlung	Wald	Gewässer	
10	0.88	0.34	0.37	4.27	0.05	5.91
20	0.37	0.35	0.31	1.37	0.01	2.40
30	0.69	0.04	0.13	0.71	0.02	1.59
40	1.25	0.08	0.15	1.54	0.05	3.07
50	1.84	0.10	0.23	0.14	0.02	2.34
58	1.29	0.03	0.23	0.11	0.01	1.67
60	1.11	0.35	0.05	0.47	0.01	1.99
70	2.78	0.05	0.20	2.93	0.04	6.01
80	0.57	0.06	0.04	4.36	0.06	5.09
90	1.63	0.38	0.13	0.41	0.04	2.58
100	2.31	0.09	0.12	0.05	0.03	2.60
110	2.38	0.10	0.10	0.30	0.07	2.95
108	0.42	0.04	0.02	0.01	0.01	0.49
120	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
130	0.93	0.01	0.08	0.11	0.02	1.14
140	0.57	0.44	0.18	2.75	0.00	3.95
150	0.50	0.23	0.88	0.12	0.04	1.77
160	1.32	0.08	0.25	0.22	0.03	1.89
170	1.29	0.02	0.09	2.20	0.02	3.61
180	1.63	0.09	0.15	0.79	0.02	2.67
190	0.59	0.13	0.15	2.15	0.01	3.03
200	0.85	0.08	0.21	0.68	0.00	1.82
210	2.22	0.04	0.19	1.58	0.02	4.05
220	2.00	0.31	0.29	2.10	0.03	4.73
EZG Neile	29.42	3.47	4.57	29.34	0.58	67.37
Anteil [%]	43.66	5.15	6.78	43.54	0.87	100.00

Wobei

Grünland (Dauerwiese, Weide karg/normal, Ödland)

Siedlung (asphaltierte Fläche, Bahntrasse, Innerstädtische Freifläche, Schotterstraße, Städt. Wohn- und Geschäftsviertel, Wirtschaftshöfe, Wohngebiet)

Wald (stark aufgelockert, mittel, dicht, sehr dicht)

Demnach sind jeweils rund 44 % von Ackerflächen und Wald belegt. Siedlungsflächen nehmen rund 7 % ein. Auf Grünland fallen ca. 5 %.

Bodenklassen

Im Einzugsgebiet der Neile kommen vorrangig flache und mittlere Bodentypen vor. Der Tongehalt variiert dabei von mäßig bis stark (Abbildung 3-4).

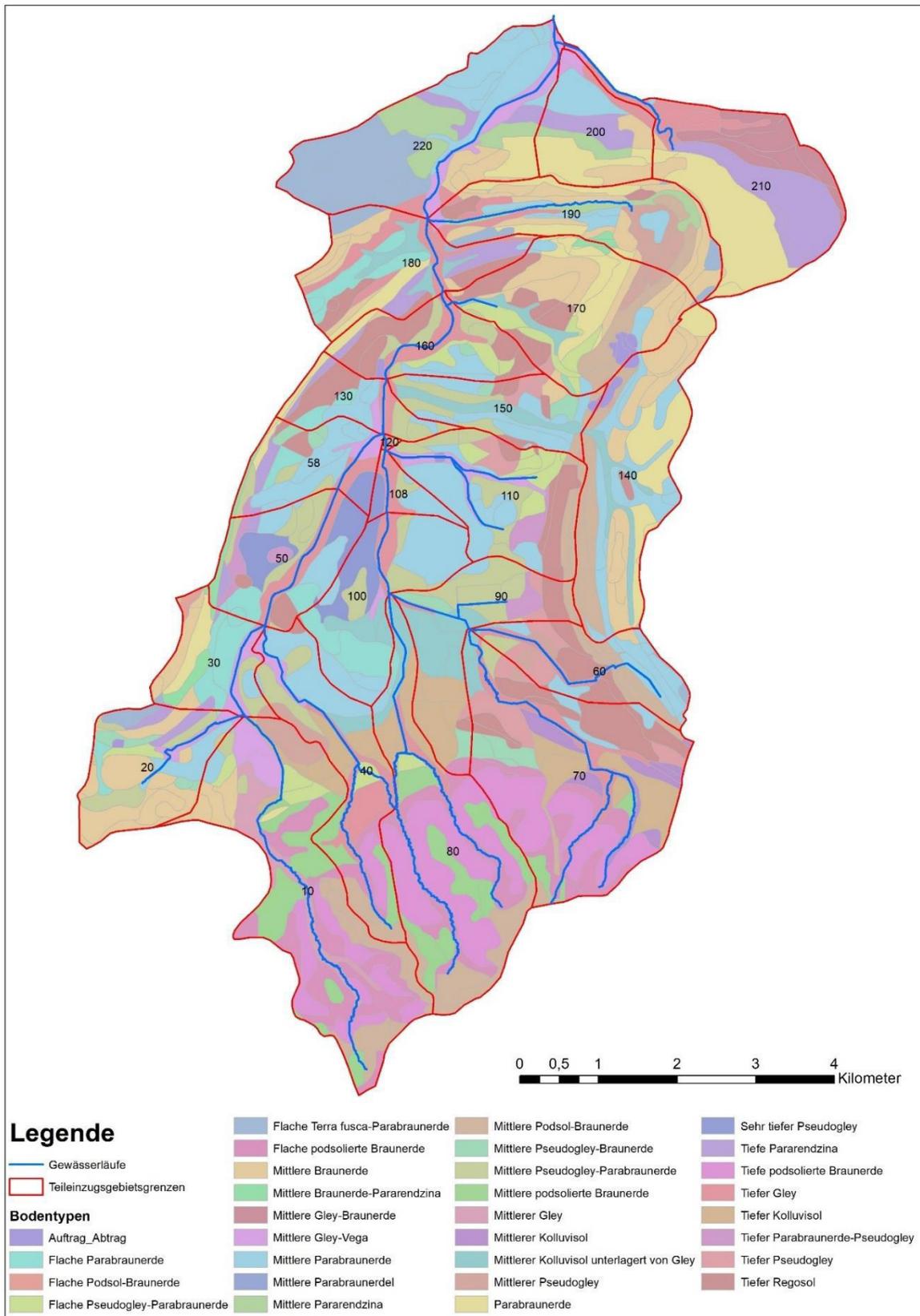


Abbildung 3-4: Bodentypen im Einzugsgebiet der Neile

Anhand der Körnungsverteilung wurde jedem Bodentyp eine Bodenklasse gemäß Tabelle 3-3 zugeordnet (Abbildung 3-5).

Tabelle 3-3: Bodenklassen nach der DVWK [2]

A	Böden mit großem Versickerungsvermögen, auch nach starker Vorbe- feuchtung, z.B. tiefe Sand- und Kiesböden
B	Böden mit mittlerem Versickerungsvermögen, tiefe bis mäßig tiefe Böden mit mäßig feiner bis mäßig grober Textur, z.B. mitteltiefe Sandböden, Löß, (schwach) lehmiger Sand
C	Böden mit geringem Versickerungsvermögen, Böden mit feiner bis mäßig feiner Textur oder mit wasserstauender Schicht, z.B. flache Sandböden, sandiger Lehm
D	Böden mit sehr geringem Versickerungsvermögen, Tonböden, sehr flache Böden über nahezu undurchlässigem Material, Böden mit dauernd sehr hohem Grundwasserspiegel

Für die Bodentypen mit einem höheren Tongehalt als Bodenklasse C, aber keinem so starken Stauvermögen wie Bodenklasse D, wurde die Bodenklasse C/D eingeführt (Tabelle 3-4). Die dazugehörigen CN-Werte entsprechen dem Mittelwert aus Bodenklasse C und D (Abbildung 3-1).

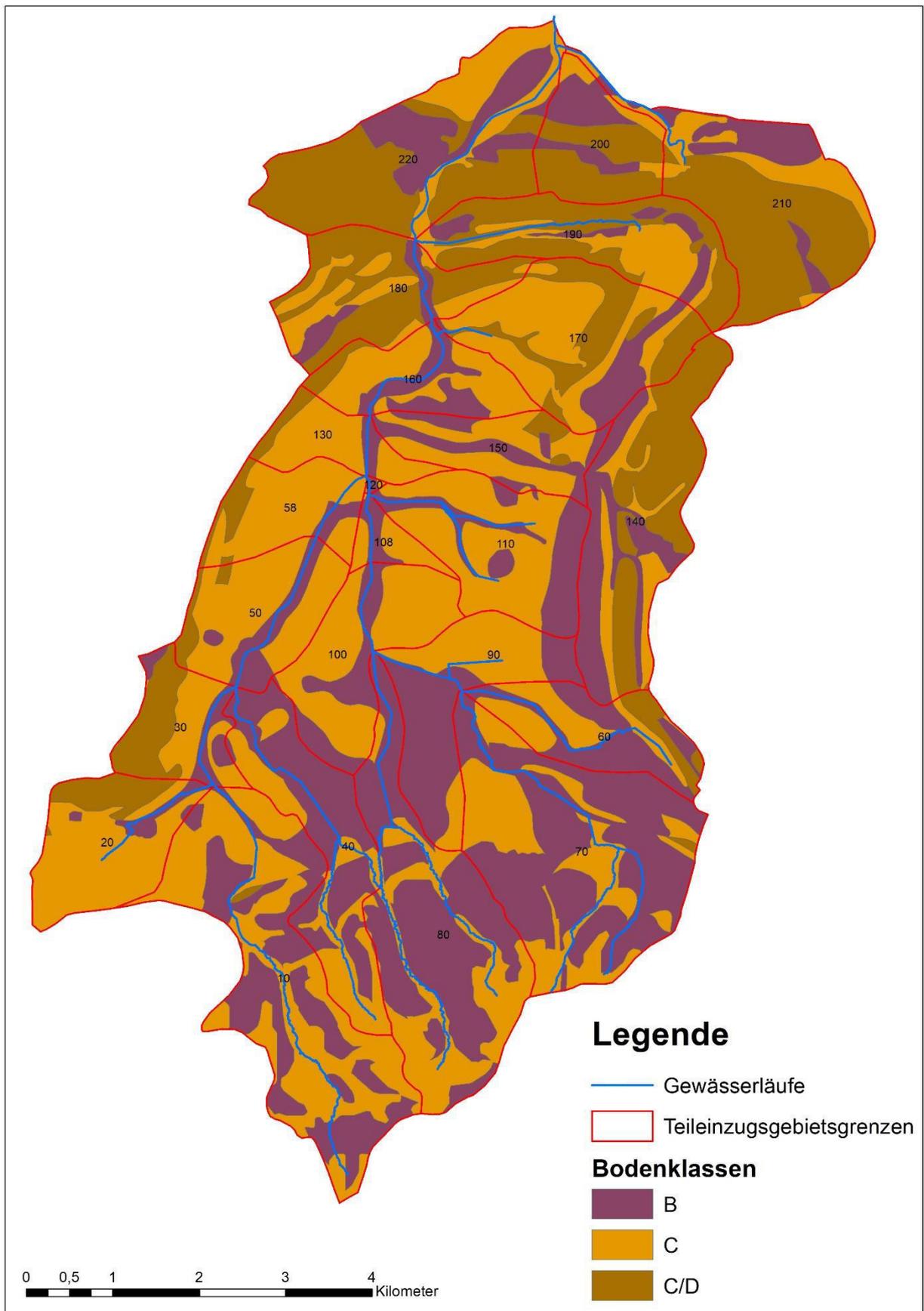


Abbildung 3-5: Bodenklassen im Einzugsgebiet der Neile

Über einen Verschnitt der Flächennutzungsdaten, der Bodenklassen und den Teilflächen wurden die Hydrotope generiert, die die Attribute Flächennutzung, Bodenklasse und Teilflächennummer beinhalten. Mit diesen Informationen wurde jedem Hydrotop ein CN-Wert zugeordnet. Anhand der Flächenanteile der Hydrotope an der Teilfläche wurde für jede Teilfläche ein CN Wert generiert (Tabelle 3-4):

Tabelle 3-4: CN-Werte (Bestand) für das Einzugsgebiet der Neile

TFL	CN-Wert
10	58
20	68
30	71
40	64
50	81
58	83
60	73
70	64
80	52
90	75
100	82
108	82
110	78
120	80
130	81
140	61
150	80
160	80
170	66
180	76
190	64
200	73
210	73
220	71

3.2.3.3 Niederschlag

Die Bemessungsniederschläge, welche zum Aufstellen des Niederschlag-Abfluss-Modells nötig waren, wurden dem Programm KOSTRA-DWD 2010-R entnommen. Es enthält die aktuellen Starkniederschlagshöhen und -spenden nach der Vorgabe des Deutschen Wetterdienstes, die sich auf den Bezugszeitraum von 1951 bis 2010 beziehen. Das Programm wurde nach der Überarbeitung der Vorgängerversion im November 2017 veröffentlicht [5].

Das Einzugsgebiet der Neile erstreckt sich über folgende vier KOSTRA-Zellen (Abbildung 3-6):

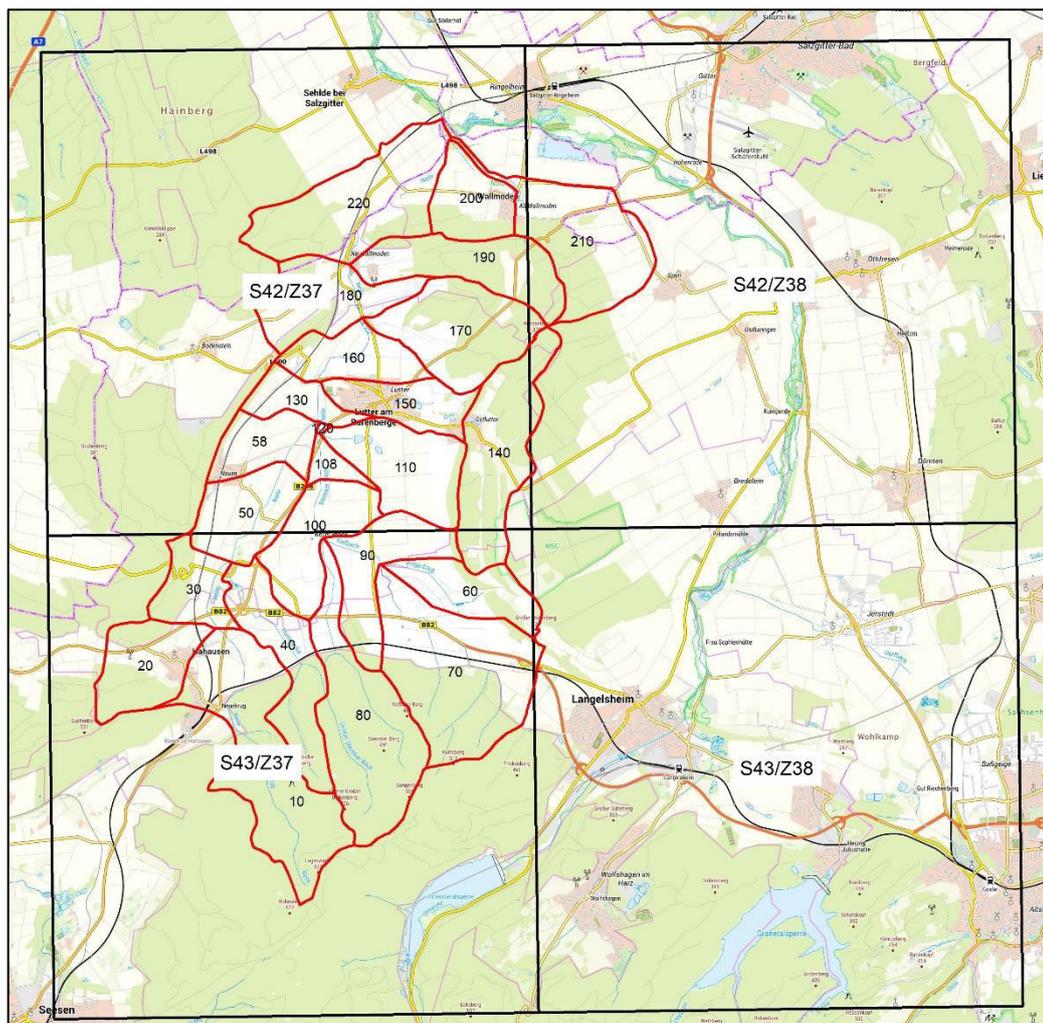


Abbildung 3-6: KOSTRA-Zellen im EZG der Neile

Über die Wichtung der inversen Distanz wurde jeder Teilfläche für jede Dauerstufe (5 Minuten bis 72 Stunden) ein Niederschlag zugeordnet. Da erfahrungsgemäß der ermittelte Abfluss überschätzt wird, erfolgte eine Abminderung der Niederschlagsdaten nach FLAMINKO [13]. Dabei handelt es sich um einen Dauerstufen-abhängigen Abminderungsfaktor (Abbildung 3-7). Dem Abschlussbericht zur „flächenabhängigen Abminderung der statistischen Regenwerte in KOSTRA“ kann entnommen werden, dass nach vielen Untersuchungen bekannt ist, dass mit zunehmender Fläche der Gebietsniederschlag abnimmt.

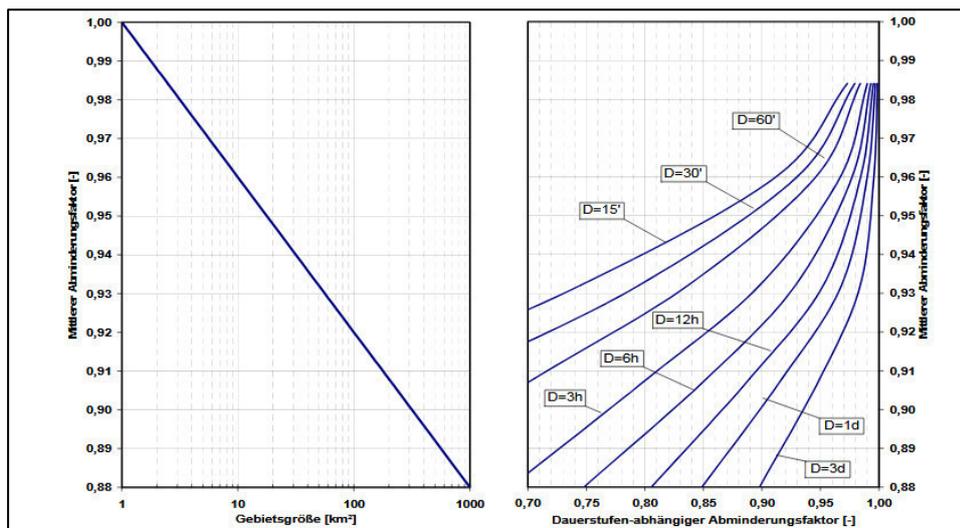


Abbildung 3-7: Nomogramm zur Ermittlung des Abminderungsfaktors aus Gebietsgröße und Dauerstufe [13]

Tabelle 3-5 zeigt die ermittelten Niederschlagsdaten für jede Teilfläche und verwendete Dauerstufe:

Tabelle 3-5: Niederschläge der Teilflächen nach KOSTRA 2010-R abgemindert nach FLAMINKO [13]

TFL	Dauerstufe									
	1h	2h	3h	4h	6h	9h	12h	18h	24h	48h
	Niederschlag in mm									
10	43.1	51.9	0.1	63.0	70.9	78.1	84.1	92.6	99.5	113.5
20	42.9	51.3	0.2	61.8	69.3	76.1	81.7	89.6	96.1	111.1
30	42.8	51.1	0.2	61.6	69.0	75.7	81.2	89.0	95.4	110.4
40	43.0	51.5	0.2	62.2	69.8	76.7	82.4	90.5	97.0	111.8
50	42.7	50.9	0.4	61.2	68.5	75.1	80.5	88.2	94.4	109.4
58	42.6	50.7	0.4	60.9	68.1	74.6	80.0	87.6	93.7	108.5
60	42.9	51.1	0.2	61.3	68.6	75.1	80.4	88.0	94.1	110.1
70	43.0	51.3	0.2	61.6	69.0	75.7	81.1	88.8	95.1	111.0
80	43.0	51.6	0.1	62.4	70.0	77.0	82.7	90.9	97.5	112.4
90	42.9	51.1	0.3	61.4	68.7	75.3	80.8	88.4	94.7	110.1
100	42.8	51.0	0.4	61.3	68.6	75.2	80.7	88.4	94.6	109.8
108	42.7	50.8	0.4	60.9	68.2	74.7	80.0	87.6	93.7	108.8
110	42.6	50.7	0.3	60.8	68.0	74.5	79.8	87.3	93.4	108.3
120	42.5	50.5	0.3	60.7	67.9	74.4	79.7	87.2	93.3	107.9
130	42.8	50.8	0.4	60.9	68.1	74.5	79.7	87.2	93.2	108.9
140	42.6	50.6	0.1	60.7	67.9	74.3	79.5	87.0	93.0	108.1
150	42.4	50.5	0.3	60.5	67.7	74.2	79.4	86.9	93.0	107.5
160	42.6	50.6	0.3	60.5	67.6	73.9	79.1	86.5	92.4	107.6
170	42.2	50.3	0.2	60.3	67.5	74.0	79.3	86.8	92.9	106.7
180	42.6	50.5	0.3	60.4	67.5	73.8	78.9	86.2	92.1	107.4
190	42.6	50.5	0.2	60.4	67.4	73.7	78.8	86.1	92.0	107.3
200	42.7	50.4	0.2	60.1	67.0	73.1	78.1	85.2	90.9	106.6
210	42.4	50.4	0.2	60.4	67.6	74.0	79.2	86.6	92.6	107.2
220	42.7	50.8	0.2	60.9	68.1	74.6	79.9	87.4	93.4	108.8

Die Eingabe des Niederschlags erfolgte DVWK verteilt (Abbildung 3-8):

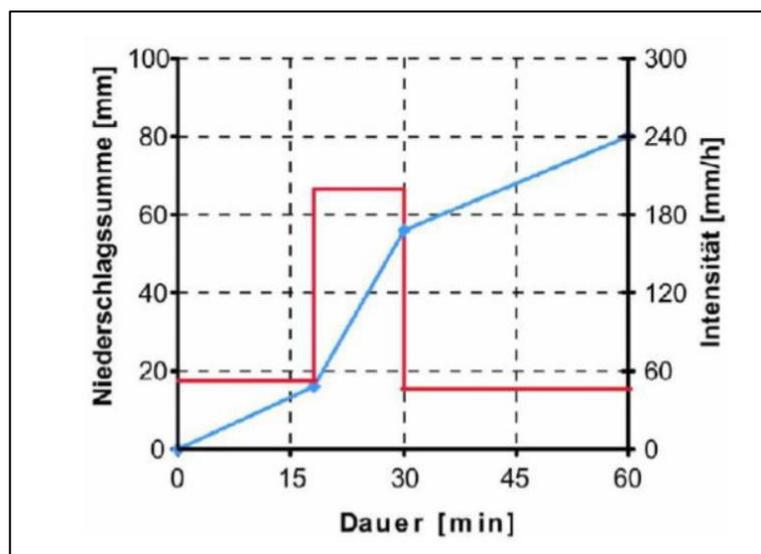


Abbildung 3-8: Verteilung DVWK-Regen [8]

3.2.3.4 Abflussbeiwert

Der Abflussbeiwert wurde anhand des CN-Wertes, der Niederschlagshöhe und der Anfangsbodenfeuchte ermittelt.

Anfangsbodenfeuchte wird durch die Bodenfeuchteklassen I, II und III wiedergegeben, wobei I sehr trockene und III sehr nasse Verhältnisse wiedergibt. In der Regel wird die Bodenfeuchteklasse II gewählt.

Da bei den ersten Berechnungen der ermittelte Abfluss überschätzt wurde, wurde der Abflussbeiwert der Bodenfeuchteklassen I und II gemittelt. Die Kalibrierung (s.u.) bestätigt diese Annahme.

3.2.4 Validierung des NA-Modells

Ereignis 2017

Die Validierung des aufgestellten NA-Modells erfolgte an dem Hochwasserereignis 2017. Für dieses Ereignis im Sommer standen für die Bearbeitung sowohl die Niederschlagsdaten des DWD für die Station Langelsheim-Astfeld als auch die aufgezeichneten Pegeldata am Pegel Sehlde zur Verfügung (Abbildung 3-9). Das Einzugsgebiet der Neile beträgt am Pegel Sehlde 59,9 km²

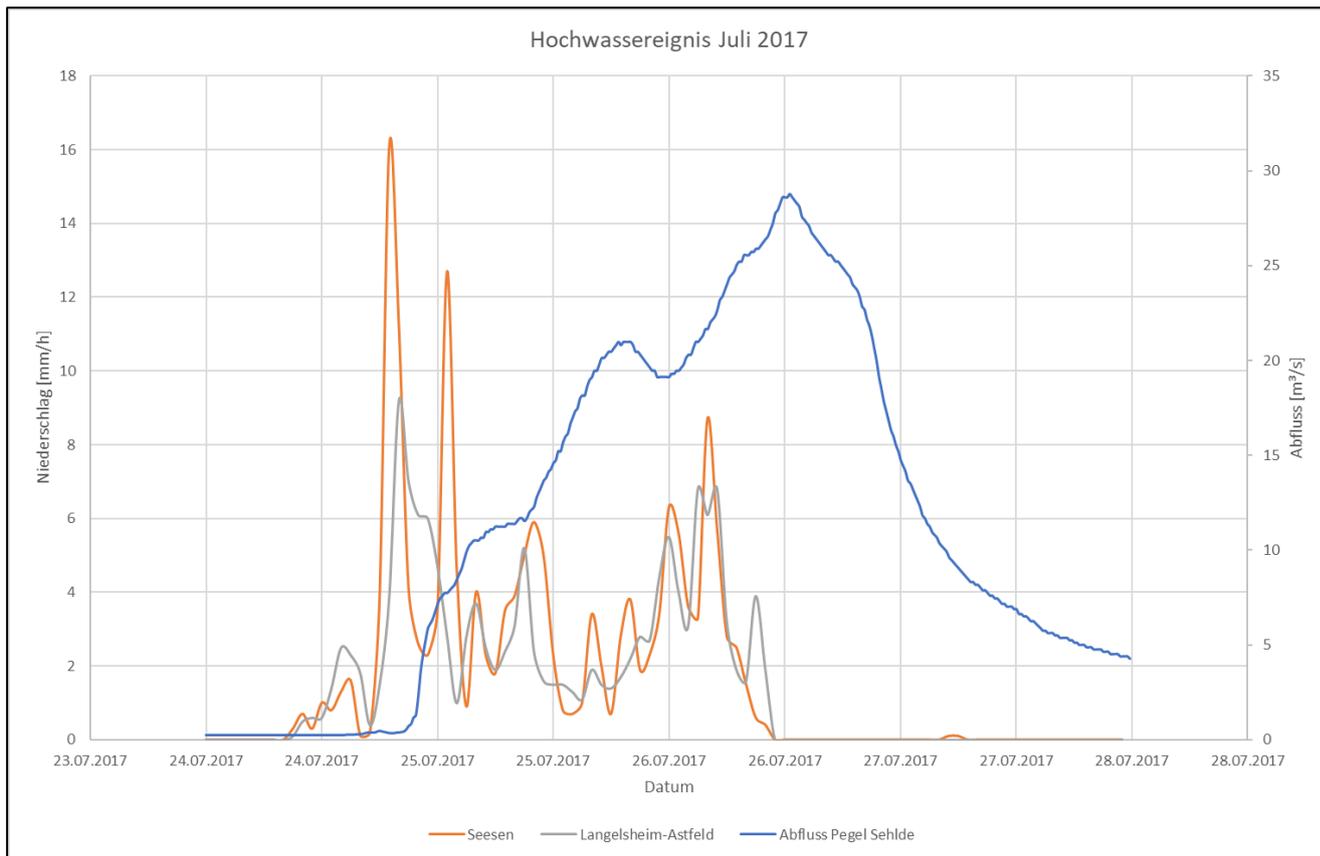


Abbildung 3-9: Niederschlag an der Station Langelsheim-Astfeld und Abfluss am Pegel Sehde beim Ereignis 2017

Für die Validierung wurde der Zeitraum 24.07.2017 (17 Uhr) bis 25.07.2017 (2 Uhr) herangezogen. Dabei handelt es sich um die ersten Stunden des gesamten Hochwasserereignisses. In diesen 9 Stunden wurden in Summe 42,6 mm Niederschlag an der Station Langelsheim-Astfeld aufgezeichnet. Am Pegel Sehde wurde bei diesem Ereignis ein Wasserstand von 172 cm verzeichnet. Dies entspricht einem Abfluss von 10,5 m³/s.

Der Pegel Sehde an der Neile liegt etwa bei Gewässer-km 1+650 und etwa auf der Hälfte der Fließstrecke im oberen Drittel der Teilfläche 220. Für den Vergleich der gemessenen mit den berechneten Werten muss also ein Wert zwischen Knoten 32 (TFL 180 und 190 zusammen) und Knoten 35 (TFL 220) (s.a. Abbildung 3-2) herangezogen werden.

Mit dem NA-Modell wurde für das Ereignis 2017 mit den eingegebenen Niederschlags-Daten ein Abfluss von 10,56 m³/s an Knoten 32 und 11,27 m³/s an Knoten 35 ermittelt. Dies ergibt eine sehr gute Übereinstimmung mit dem am Pegel aufgezeichneten Wert von 10,5 m³/s.

Pegelstatistik

Während nach NLÖ [10] 2003 am Pegel Sehde für ein HQ₁₀₀ noch 24 m³/s angegeben wurden, ergibt sich aus der aktuellen Pegelstatistik (erstellt Juni 2017) ein HQ₁₀₀ von 36 m³/s.

Der berechnete Abfluss für ein HQ₁₀₀ mit den aktuellen Eingangsdaten (siehe oben) beträgt für Knoten 32 34,46 m³/s und für Knoten 35 36,73 m³/s. Auch hier liegt eine sehr gute Übereinstimmung der berechneten Werte mit dem der Pegelstatistik vor.

Aufgrund der sehr guten Übereinstimmung der gemessenen mit den berechneten Werten kann das NA-Modell als validiert und plausibel angenommen werden. Die Ergebnisse der NA-Modellierung wurden dem Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) zur Abstimmung vorgelegt.

3.2.5 Ergebnisse Bestand HQ₅ und HQ₁₀₀

Mit den oben aufgeführten Eingangsdaten und Parametern wurden die Abflüsse für die Dauerstufen 1, 2, 3, 4, 6, 9, 12, 18, 24 und 48 Stunden berechnet. Auf die Berechnung der kürzeren Dauerstufen und der längeren Dauerstufen wurde verzichtet, da mit den berechneten Dauerstufen bereits die maßgebliche Dauerstufe ermittelt wurde. Unter der maßgeblichen Dauerstufe versteht man die Dauerstufe, die den größten Scheitelabfluss liefert.

Für das HQ₁₀₀ beträgt mit einem Abfluss von 36,73 m³/s am Knoten 35 die maßgebliche Dauerstufe 18 Stunden (Tabelle 3-6). Bei einem HQ₅ liegt die maßgebliche Dauerstufe bei 24 Stunden (13,73 m³/s an Knoten 35). Für ausgewählte Teilflächen zeigt Abbildung 3-10 Abflussganglinien als Ergebnis der hydrologischen Berechnungen.

Tabelle 3-6: Ergebnisse der hydrologischen Berechnung für das HQ₅ und HQ₁₀₀ nach Dauerstufen; grün: maßgebliche Dauerstufe

Dauerstufe	HQ ₅		HQ ₁₀₀	
	Knoten 32	Knoten 35	Knoten 32	Knoten 35
1	4.33	4.57	16.22	17.19
2	6.30	6.68	22.73	24.09
3	8.48	8.97	27.70	29.41
4	9.40	9.97	29.70	31.54
5	10.76	11.43	32.39	34.46
9	11.54	12.26	33.41	35.54
12	12.20	12.97	34.30	36.50
18	12.73	13.55	34.46	36.73
24	12.87	13.73	33.88	36.18
48	12.68	13.53	29.26	31.38

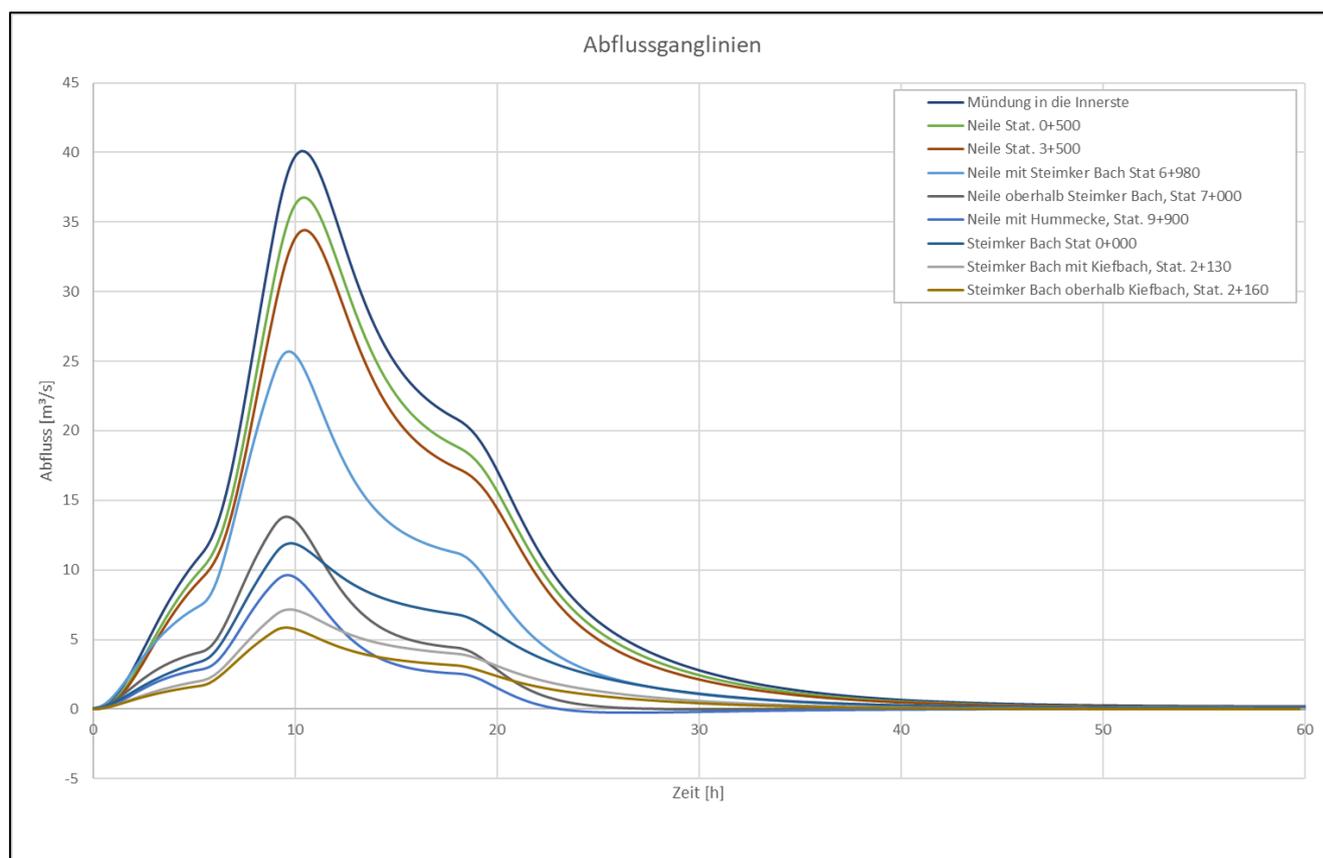


Abbildung 3-10: Scheitelabflüsse ausgewählter Berechnungsknoten für das HQ₁₀₀

3.3 Hydraulisches Modell der Neile

3.3.1 Aufbau des Berechnungsnetzes der Neile

3.3.1.1 Aufbau des Modellgitters

Die Flussschläuche der Neile und Nebengewässer wurden mit dem Flussschlauchnetzgenerator, einer Zusatzanwendung für HYDRO_AS-2D, generiert. Dieses erstellt das 2D-Berechnungsnetz mit einer Rechteckvermaschung für den Bereich des Flussschlauches anhand der oben erwähnten aufgemessenen Querprofile und Uferlinien (Böschungsoberkanten). Da die Uferlinie nicht vorlag, wurde diese unter Zuhilfenahme der AK5, der Luftbilder und des DGM 1 digitalisiert.

Das 2D-Berechnungsnetz für das Vorland wurde mit Laser_AS-2D, ebenfalls ein Zusatztool von HYDRO_AS-2D, erstellt. Auf Grundlage des DGM 1 werden Geländestrukturen und Bruchkanten erkannt und als solche in das unregelmäßige Dreiecksnetz eingebunden. Weiterhin wurden die Gebäudeumrisse übernommen, damit diese aus dem Modellnetz ausgestanzt werden können. Sie sind damit nicht abflusswirksam und müssen umströmt werden.

Der Flussschlauch wurde in das Vorlandnetz eingebaut und ein Teil des Berechnungsnetzes der Innerste wurde an das Netz der Neile angefügt, um eine übergangslose untere Randbedingung der Neile zu erhalten (Abbildung 3-11).

Anpassungen wie eine Optimierung der Vermaschung am Innerste-Modell erfolgte nicht.

Sämtliche Bauwerke wie Wehre und Brücken wurden anhand der Vermessungsdaten direkt in das Modellnetz eingebaut. Zur Modellierung der Bauwerke wie Wehre und Brücken wurden die Widerlager aus dem Modellnetz ausgestanzt. Die Konstruktionsunterkanten der Brücken wurden als Druckabfluss, die Konstruktionsoberkanten als Wehrüberfall modelliert.

Das 2-dimensionale hydraulische Modell umfasst die Neile von der Mündung in die Innerste bis zur Bahnlinie (Station 12+400 m). Weiterhin wurden die Gewässerabschnitte Steimker Bach von der Mündung in die Neile bis zur Bahnlinie (Station 4+200 m), die Hummecke von der Mündung in die Neile bis zur Bahnlinie (Station 2+500 m) und der Kiefbach von der Mündung in den Steimker Bach bis zur L496 (Station 0+900 m) modelliert. Die gesamte modellierte Gewässerstrecke beträgt somit ca. 20 km.

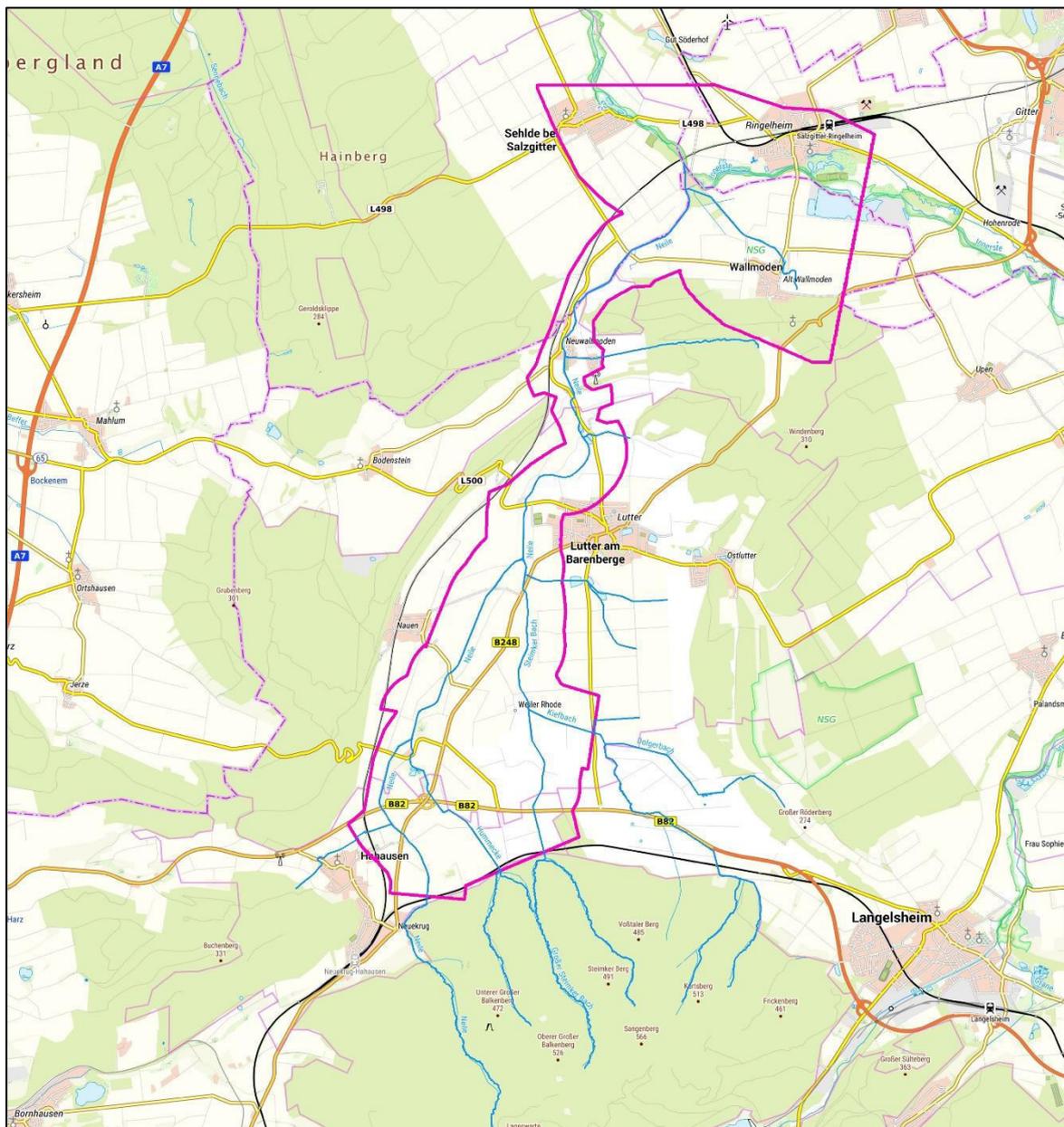


Abbildung 3-11: Umring des hydraulischen Modells

3.3.1.2 Randbedingungen

Die Zuläufe wurden aus den Ergebnissen des NA-Modells übernommen und direkt in das Modell eingegeben (Tabelle 3-7). Die Zuläufe der Innerste wurden aus dem bestehenden Modell der Innerste (HQ₁₀₀) übernommen. Für das HQ₅ der Innerste wurde der Abfluss entsprechend des hydrologischen Längsschnitts [10] abgemindert.

Tabelle 3-7: Zuläufe im hydraulischen Modell der Neile

Gewässer	Stationierung [km]	Zuflüsse
		HQ ₁₀₀
Neile	0+340	3,32
Neile	1+080	1,22
Neile	3+450	2,97
Neile	4+480	3,02
Neile	6+200	3,78
Neile	7+200	1,71
Neile	9+620	3,64
Neile	11+210	1,52
Neile	12+420	5,50
Steimker Bach	0+210	2,52
Steimker Bach	2+020	4,14
Steimker Bach	4+200	1,36
Hummecke	2+400	1,45
Kiefbach	0+900	3,90
Innerste	-	44,10

Als Auslauf-Randbedingung des Berechnungsnetzes wird das mittlere Energie- bzw. Sohlgefälle des Flussschlauchs am unteren Modellrand angesetzt. Es beträgt 2 ‰.

Die Elemente des Berechnungsnetzes sind mit den Rauheiten nach Manning-Strickler (K_{st}-Werte) versehen. Als Grundlage hierfür wurden die Nutzungsdaten aus dem ALKIS-Datensatz verwendet. Bei der Wahl der K_{st}-Werte wurde dabei auf Erfahrungswerte sowie Ergebnisse der Ortsbegehung zurückgegriffen (Tabelle 3-8). Die Rauheitswerte für die bewegte Sohle sowie für die Böschung werden im Rahmen der Kalibrierung angepasst.

Tabelle 3-8: K_{st}-Werte für die Flächennutzungen

Flächennutzung	K _{st} [m ^{1/3} /s]
Acker	15
Asphalt	40
Böschung	12
Friedhof	20
Garten	18
Gehölz	12
Gleiskörper	23

Flächennutzung	K _{st} [m ^{1/3} /s]
Graben	25
Grünland	20
Laubwald	8
Mühle	35
Platz	35
Schotterstraße	28
Siedlung	8
Sohle	28
Steg	10
Stehendes Gewässer	30
Straße	40
Unland, Vegetationslos	20

3.3.2 Sensitivitätsanalyse

Für die Sensitivitätsanalyse wurden zwei verschiedene Abflüsse für die Innerste angenommen. Dabei traf das HQ₁₀₀ der Neile einmal auf eine HQ₁₀₀ der Innerste und weiterhin auf ein HQ₅.

Die Berechnungsergebnisse haben gezeigt, dass sich die Wasserstände der Neile nur in den vom ÜSG der Innerste beeinflussten Bereichen voneinander unterscheiden. Ein Rückstau durch den höheren Wasserstand der Innerste war folglich nicht zu verzeichnen. Aus diesem Grund wurden für die darauffolgenden Berechnungen die Innerste mit einem HQ₅ beaufschlagt.

3.3.3 Kalibrierung

Die Kalibrierung des hydraulischen Modells der Neile erfolgte wie die Kalibrierung des NA-Modells an dem Ereignis 2017. Die mit dem Modell nachzuweisende Wasserspiegelhöhe am Pegel Sehlde bei einem Abfluss von 28,79 m³/s beträgt 129,72 m NHN. Für die Gewässersohle der Neile wurde ein K_{ST}-Wert von 28 m^{1/3}/s und für die Böschung zunächst ein K_{ST}-Wert von 15 m^{1/3}/s festgelegt. In weiteren Berechnungen wurde der Rauheitsbeiwert für die Böschung variiert und dem gemessenen Wert am Pegel gegenübergestellt (Tabelle 3-9).

Tabelle 3-9: K_{st}-Werte und dazugehörige WSPL-Höhen bei der Modellkalibrierung

WSPL (Pegel Sehlde, Q=28,79 m ³ /s) = 129,72 m NHN		
K _{st} -Wert [m ^{1/3} /s]		WSPL [m NHN]
Sohle	Böschung	Pegel Sehlde
28	15	129.63
28	13	129.70
28	12	129.73
28	10	129.80

Bei einem K_{st}-Wert von 12 m^{1/3}/s für die Böschung wird die Wasserspiegelhöhe am Pegel Sehlde bis auf einen Zentimeter erreicht. Aus diesem Grund wird für die Berechnungen im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes der Neile dieser Wert für die Böschung verwendet.

3.3.4 Plausibilitätsprüfung

Für die Prüfung auf Plausibilität wurde für die Ortslage Neuwallmoden ein instationärer Rechenlauf durchgeführt, um insbesondere in der Ortslage Neuwallmoden die Berechnungsergebnisse mit den tatsächlich abgelaufenen Ereignissen abzugleichen. Weiterhin sollten die Austrittsstellen und Fließwege identifiziert werden. Nach Auswertung der Ergebnisse erfolgte eine Ortsbegehung mit dem Auftraggeber und dem ortskundigen Ortsbrandmeister von Neuwallmoden. Gleichzeitig erfolgte eine Vermessung in der Ortslage, um diese Höhen mit denen im Modell abzugleichen.

Die Ortsbegehung hat ergeben, dass die Berechnungen die tatsächlichen Hochwasserereignisse gut abgebildet haben. Der Abgleich der Vermessung mit den Höhen im Modell hat ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung von ca. +/- 5 cm ergeben. Dies ist in Anbetracht der üblichen Ungenauigkeiten der Laserscandaten ein herausragend gutes Ergebnis. An einigen Stellen betrug die Abweichung etwa 10 cm. An diesen Stellen wurden die vermessenen Punkte in das Modellnetz eingepflegt. Dabei handelte es sich vorrangig um Höchstpunkte von Straßen und Wegen sowie um Tiefpunkte im Gelände. Weiterhin wurden die beiden Scheunen des Drei-Seiten-Hofs „Zum Westerberg“ als geöffnet angenommen, da nach Auskunft des Ortsbrandmeisters diese im Hochwasserfall geöffnet werden. Zuvor waren sie – wie alle anderen Gebäude auch – als geschlossene Gebäude modelliert.

4 Hydraulisches Modell zur Überprüfung der Gewässeraufweitung

4.1 Anpassung des IST-Modells

Das hydraulische Modell wurde von dem Projekt „Konkretisierung des Integrierten HWSK ‚Nördliches Harzvorland‘; Innerste für das EZG Neile“ übernommen und die aktuelle Entwurfsvermessung (Abbildung 4-1 und Abbildung 4-2) der Neile wurde in das Modell implementiert (Abbildung 4-3). Dabei wurde auch die kurz davor umgesetzte Entfernung der Wasserbausteine mit aufgemessen und in das Modell übernommen.

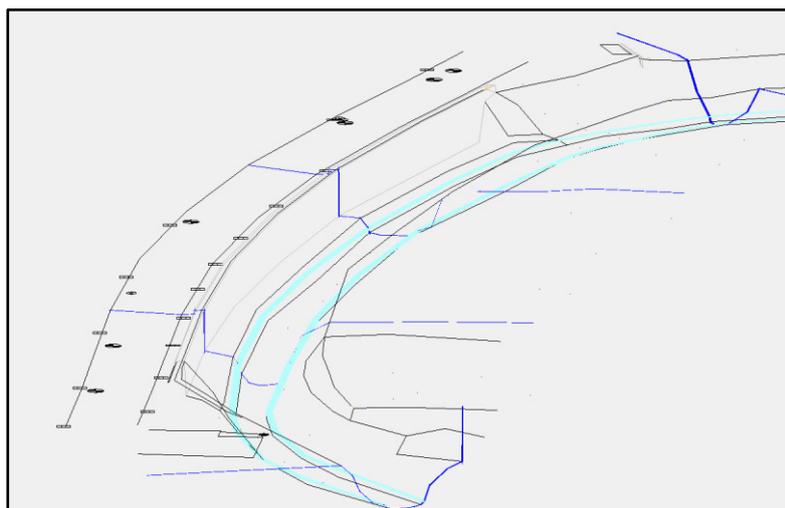


Abbildung 4-1: Vermessung der Neile im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“ in Neuwallmoden; Quelle: Vermessungsbüro Schröder



Abbildung 4-2: Neile im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“ in Neuwallmoden; Quelle: Vermessungsbüro Schröder

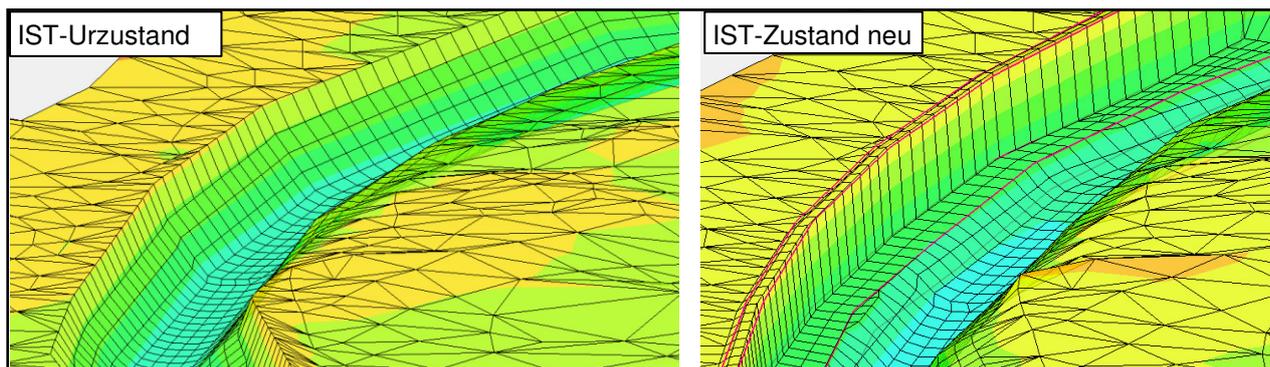


Abbildung 4-3: Hydraulisches Modell der Neile in Neuwallmoden im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“; links IST-Urzustand und rechts nach Übernahme der Vermessung

Zur Bemessung der Bermenhöhe der geplanten Aufweitung wurde der Lastfall MQ mit $0,536 \text{ m}^3/\text{s}$ als Jahreswert und $0,751 \text{ m}^3/\text{s}$ für den Winter berechnet (s.a. Beschreibung der hydraulischen Berechnungen siehe Kapitel 5.2). Dieser Wert stammt aus dem Gewässerkundlichen Jahrbuch vom Pegel Sehlde aus dem Jahr 2017 [3]. Die berechnete Wasserspiegelhöhe wurde an das Ingenieurbüro Metzging GmbH, welches mit der Planung der Gewässeraufweitung zur Erstellung der PLAN-Profile übermittelt.

4.2 Anpassung des PLAN-Modells zur Gewässeraufweitung

Nach Bereitstellung der PLAN-Profile (Abbildung 4-4) der geplanten Aufweitung seitens des Ingenieurbüro Metzging GmbH wurden diese ebenfalls in das hydraulische Modell übernommen (vgl. Abbildung 4-5).

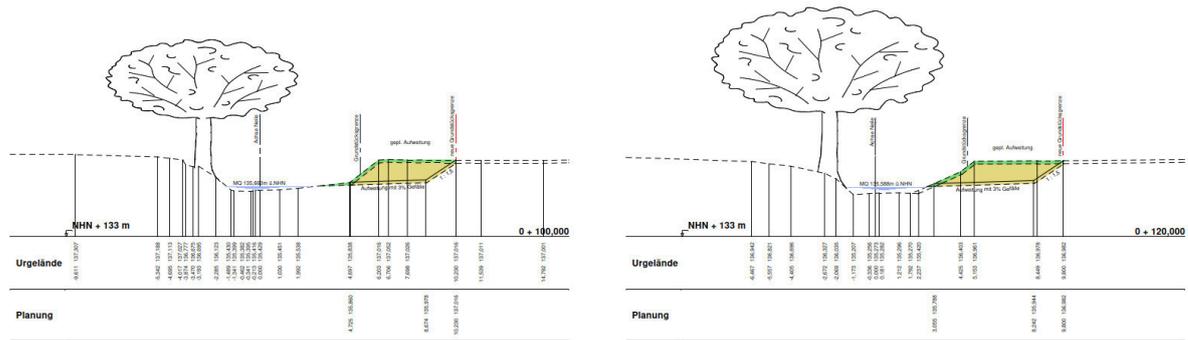


Abbildung 4-4: PLAN-Profile (exemplarisch) für die Neileaufweitung; Quelle: Ingenieurbüro Metzging GmbH



Abbildung 4-5: Hydraulisches Modell der Neile in Neuwallmoden im Unterwasser der Brücke „Zum Westerberg“; links Lageplanansicht PLAN, oben rechts IST-Zustand, unten rechts PLAN-Zustand

Die Rauheitsparameter wurden von der Tabelle 3-8 übernommen. Die geplante Aufweitung wurde mit dem Rauheitsbeiwert $K_{st} = 22 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ belegt.

5 Hydraulische Berechnungen Gewässeraufweitung

5.1 Hydraulisches Modell und Software

Das Berechnungsnetz in der verwendeten Modellsoftware HYDRO_AS-2D besteht aus einem Netzwerk unregelmäßiger Dreiecks- (3-Knoten-Elemente) und Viereckselemente (4-Knoten-Elemente). Mit diesem Modellgitter werden die Topografie und Parameterverteilung erfasst und die Ermittlung von Fließgeschwindigkeit, Fließrichtung und Wasserstand für alle Knotenpunkte ermöglicht. Besonders wichtig für die Modellbildung ist die genaue Übertragung von topografischen Geländedaten aus dem Höhenmodell auf die Knotenpunkte des Berechnungsnetzes. Für zweidimensionale Strömungsmodelle ist ein Netz anzustreben, dessen Form sich sowohl dem Strömungsverlauf als auch dem Geländeverlauf weitgehend anpasst.

Für die Simulation des Abflussgeschehens im Modellgebiet der Neile wurde das Berechnungsmodul HYDRO_AS-2D in der Version 5.2 genutzt, welches in das Modellierungsprogramm Surface-Water Modeling System implementiert wurde. Diese Modellsoftware wurde durch Dr.-Ing. Marinko Nujčić (Ingenieurbüro Dr. Nujčić, Rosenheim, ehem. Institut für Hydromechanik und Hydrologie, Universität der Bundeswehr München) schwerpunktmäßig für die Simulation von Deichbruchszenarien und Flutwellenausbreitung mit den dort auftretenden hochgradig instationären Strömungsprozessen entwickelt. Inzwischen hat diese Software eine weite Verbreitung und große Anerkennung bei zweidimensionalen Strömungs- und Abfluss-Simulationen insbesondere zur Bestimmung von Überschwemmungsgebieten gefunden. Die zweidimensionale mathematische Modellierung von Strömungsvorgängen in Fließgewässern basiert auf den 2D-tiefengemittelten Strömungsgleichungen, die auch als Flachwassergleichungen (FWG) bekannt sind. In HYDRO_AS-2D erfolgt die numerische Lösung der FWG mit der räumlichen Diskretisierung nach der Finite-Volumen-Methode (FVM). Diese zeichnet sich durch ihre Massen- und Impulserhaltung aus und ist deshalb für die Berechnung von diskontinuierlichen Übergängen besonders zu empfehlen. Das eingesetzte explizite Zeitschrittverfahren ermöglicht eine zeitgenaue Simulation des Wellenablaufs sowie eine genaue Bestimmung von Retentionswirkungen. Für eine nähere Beschreibung der integrierten Verfahren soll an dieser Stelle auf das Handbuch zur Software [12] bzw. die einschlägige Fachliteratur verwiesen werden.

5.2 Durchführung der Rechenläufe und Abflüsse

Zur Erzeugung des Referenzzustands wurde mit dem aktualisierten hydraulischen Modell (siehe 4.1) der IST-Zustand für das HQ_{100} berechnet. Dabei wurden die unter 3.2 ermittelten Abflüsse verwendet. Weiterhin erfolgte die iterative Ermittlung des schadlosen Abflusses für die Ortslage Neuwallmoden. Dabei wurde der Abfluss in 0,5 m^3/s -Schritten erhöht. Beide Lastfälle wurden ebenfalls mit dem hydraulischen Modell für den PLAN-Zustand berechnet (siehe 4.2). Diese Ergebnisse wurden denen des IST-Zustands gegenübergestellt. Der IST-Zustand beinhaltet dabei bereits die Entfernung der Wasserbausteine der linken Neile-Seite im Unterwasser der Brücke. Das HQ_{100} beträgt in der Ortslage Neuwallmoden 35,5 m^3/s und das HQ_{20} 24,8 m^3/s .

5.3 Ergebnisse

Die hier aufgeführten Ergebnisse zeigen die Auswirkungen der Vorzugsvariante, die hier Antragsgegenstand ist. Die weiteren in der Projekthistorie und auch im Rahmen dieses Gutachtens betrachteten Varianten werden im Kapitel 5.4 kurz vorgestellt.

5.3.1 Schadloser Abfluss

Für die Festlegung des schadloßen Abflusses wurde zunächst der Abfluss ermittelt, bei dem das Hochwasser beginnt, durch die Ortslage Neuwallmoden zu fließen. Dabei wird die Straße „Zum Westerberg“ den Berechnungen zufolge überströmt. Der schadloße Abfluss ist dann eine „Abflussstufe“ davor, also ein um 0,5 m³/s geringerer Abfluss.

Bei dem IST-Zustand ist die Ortslage ab einem Abfluss von ca. 18,5 m³/s betroffen (Abbildung 5-1). Somit kann der schadloße Abfluss für den IST-Zustand auf 18 m³/s festgelegt werden.

Für den PLAN-Zustand kommt es zu einer Verbesserung des schadloßen Abflusses. Bei einem Abfluss von 18,5 m³/s kommt es zu Ausuferungen im Bereich des Sportplatzes, es fließen aber keine Abflussanteile durch die Ortslage. Bei einem Abfluss von 19 m³/s kommt es zu einem leichten Überströmen der Straße „Zum Westerberg“. Es kommt zu einer geringfügigen Betroffenheit im Norden der Straßen mit deutlich geringeren Wassertiefen als im IST-Zustand bei kleineren Abflüssen (Abbildung 5-3).

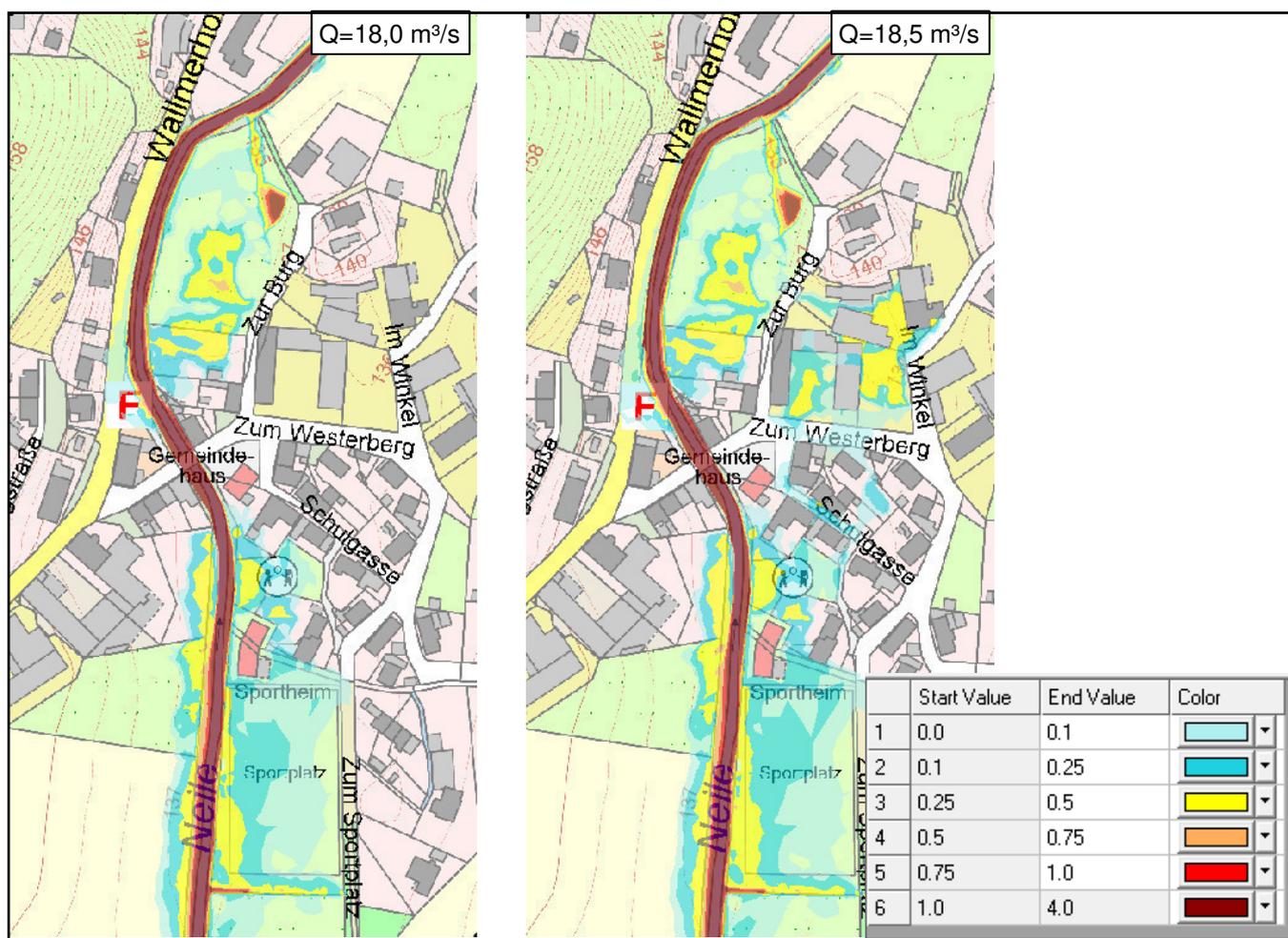


Abbildung 5-1: Ergebnisse für die Ermittlung des schadloßen Abflusses des IST-Zustands; links = 18,0 m³/s und rechts = 18,5 m³/s; dargestellt sind die Wassertiefen von blau (bis 0,25 m) über gelb/orange (0,25-0,75 m) zu rot (0,75 – 4 m)

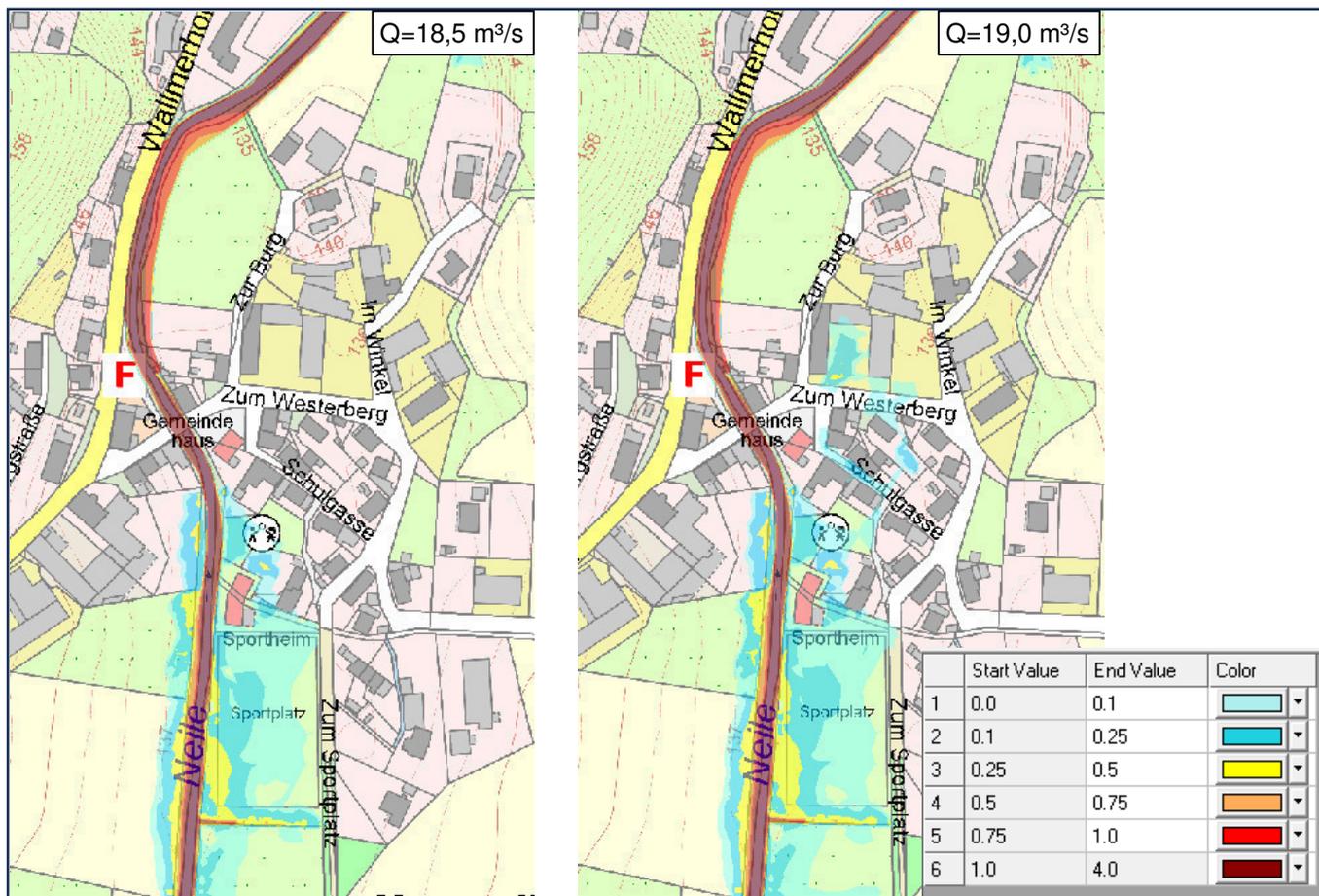


Abbildung 5-2: Ergebnisse für die Ermittlung des schadlosen Abflusses des PLAN-Zustands; links = 18,5 m³/s und rechts = 19,0 m³/s; dargestellt sind die Wassertiefen von blau (bis 0,25 m) über gelb/orange (0,25-0,75 m) zu rot (0,75 – 4 m)

5.3.2 Gegenüberstellung definierter Abflussereignisse und HQ₁₀₀

Um Aussagen über die Absenkung der Wasserstände in der Ortslage Neuwallmoden treffen zu können, wurden für gleiche Abflussereignisse an definierten Referenzpunkten die Wasserstände abgefragt und gegenübergestellt (Abbildung 5-3). Die definierten Abflüsse und Referenzpunkte wurden auch bereits in der Projekthistorie verwendet und dienen der Vergleichbarkeit der Planungsvarianten untereinander. Den Berechnungen zufolge beträgt die Absenkung beim PLAN-zustand für den Lastfall Q=22 m³/s 9-14 cm, bei Q=28 m³/s 8-11 cm und für das HQ₁₀₀ (35,5 m³/s) sind es noch 6-8 cm.

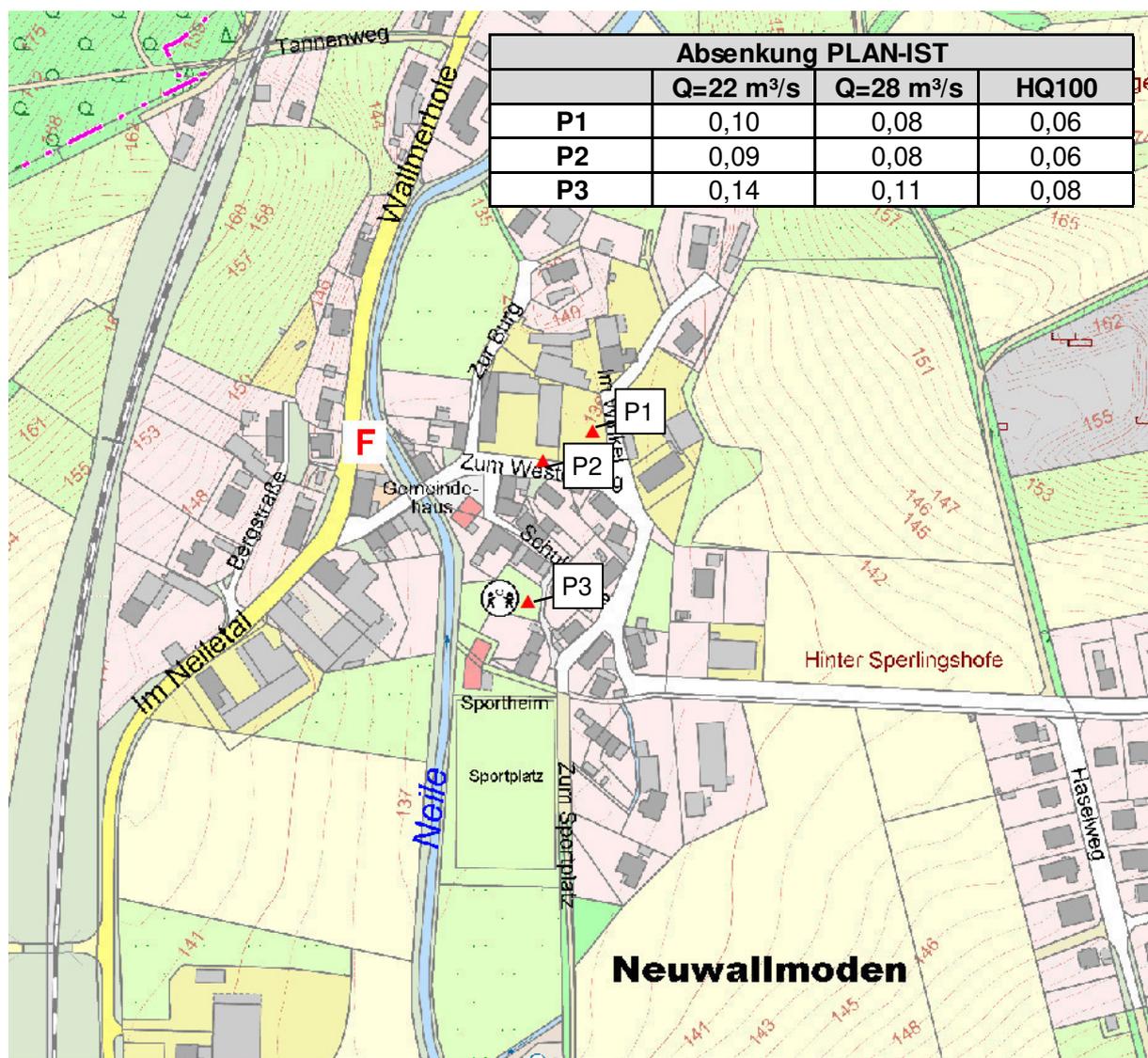


Abbildung 5-3: Referenzpunkte und Angaben zur Absenkung des Wasserspiegels zum punktuellen Abgleich der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung (Kartengrundlage: AK5, 2019)

5.3.2.1 Ausuferungen

Die Auswirkung der Planung auf die Ausuferungen der Neile in Neuwallmoden sind in den Abbildungen 5-3 bis 5-5 dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass bei einem Abfluss von 22 m³/s den Berechnungen zufolge die Flächen der Ausuferungen deutlich abnehmen. Auch bei einem Abfluss von 28 m³/s und dem HQ₁₀₀ sind noch Abnahmen in der Ausdehnung der Ausuferungen zu verzeichnen.

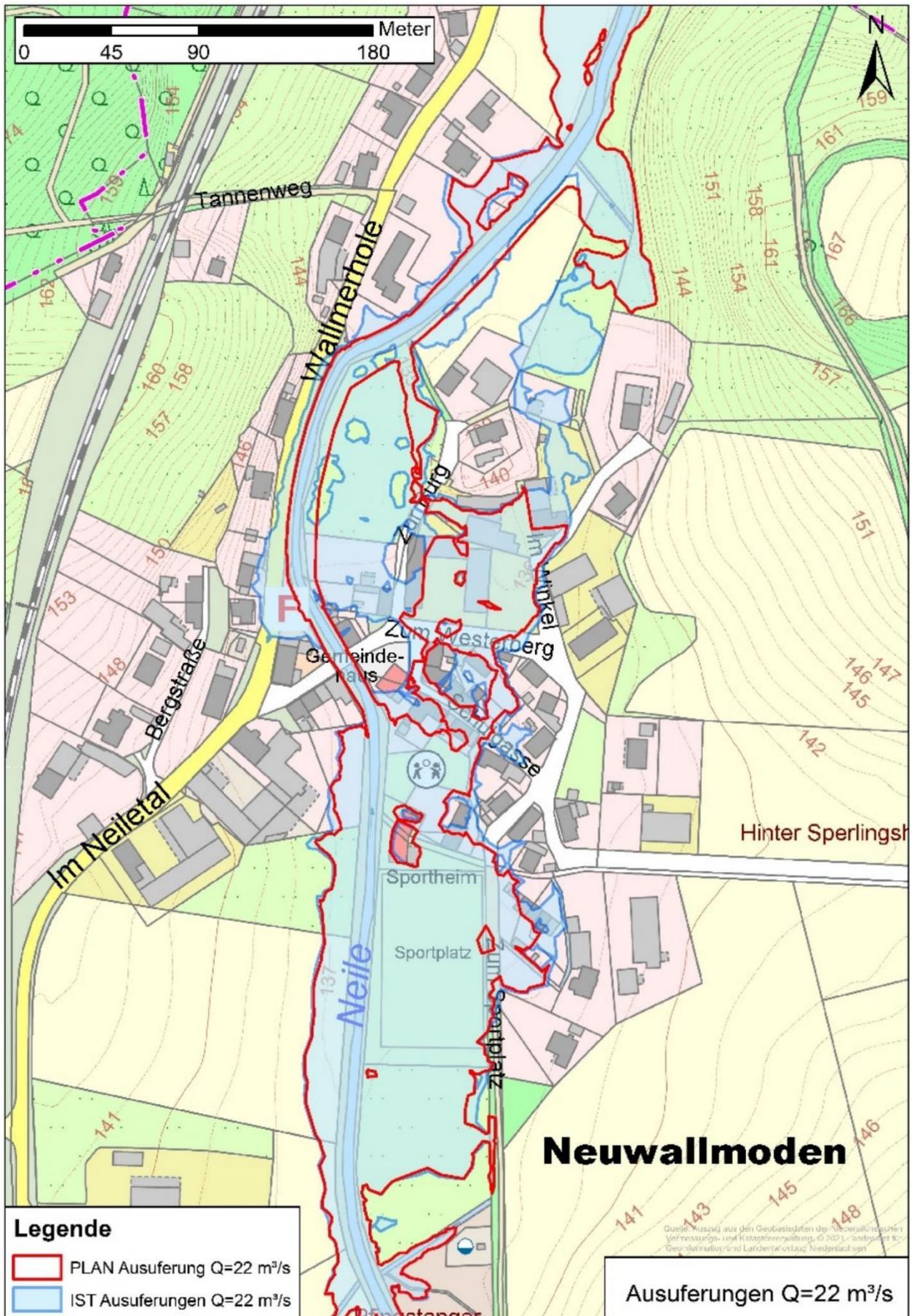


Abbildung 5-4: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für $Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kartengrundlage: AK5, 2019)

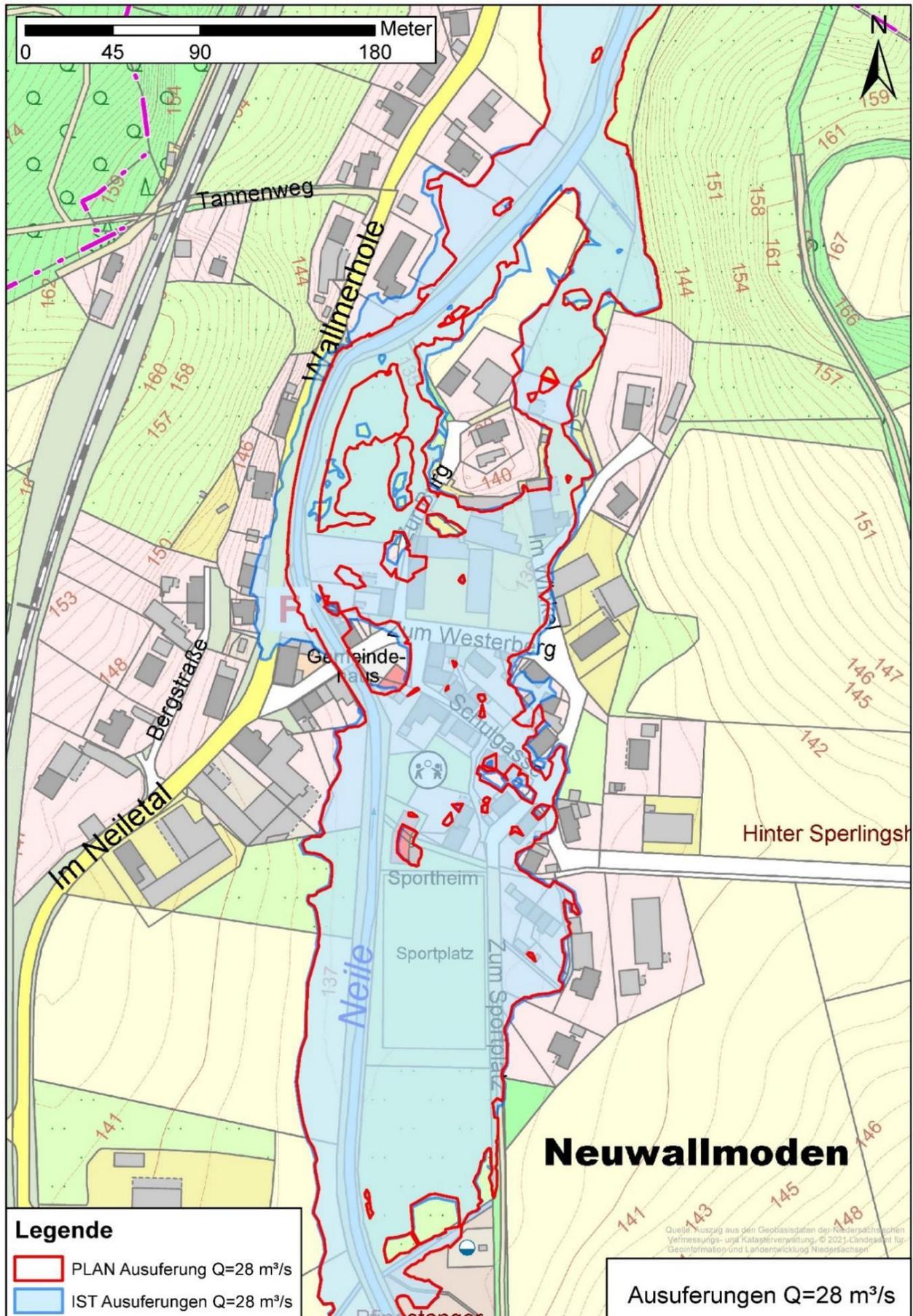


Abbildung 5-5: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für $Q=28 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kartengrundlage: AK5, 2019)

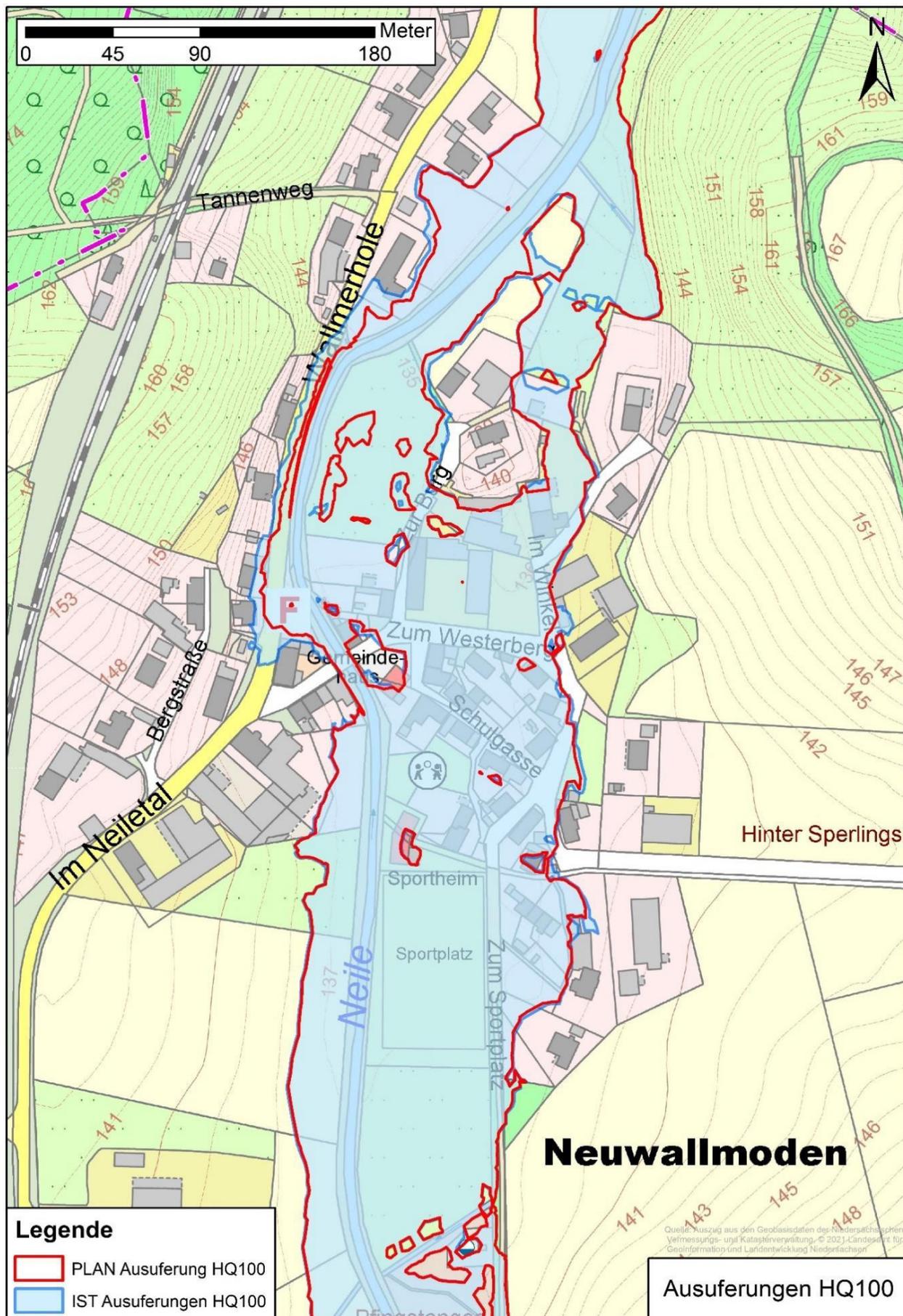


Abbildung 5-6: Ausuferungen für den IST- und PLAN-Zustand für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019)

5.3.2.2 Wassertiefen

Die Wassertiefen der drei berechneten Lastfälle sind in den Abbildungen 5-6 bis 5-8 gegenübergestellt. Bei einem Abfluss von 22 m³/s beträgt beispielsweise die berechnete Wassertiefe im IST-Zustand auf der Straße „Zum Westerberg“ bis zu 15 cm während dort im PLAN-Zustand nur noch eine Wassertiefe von bis zu 6 cm auftritt. Bei den Lastfällen mit größerem Abfluss (Q=28 m³/s und HQ₁₀₀=35,5 m³/s) ist zu erkennen, dass die Areele mit den tieferen Wassertiefen im PLAN-Zustand kleiner sind als im IST-Zustand.

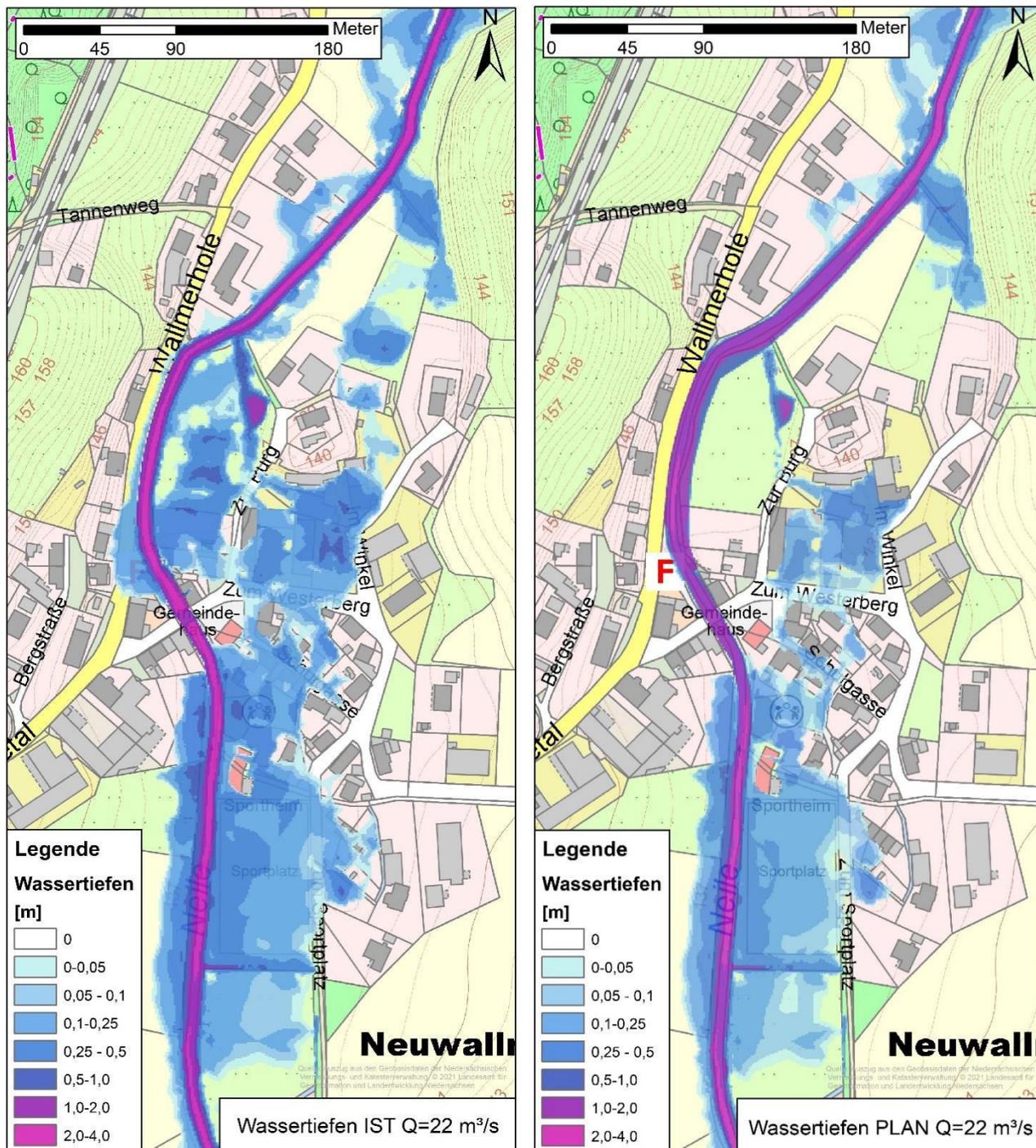


Abbildung 5-7: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für Q=22 m³/s (Kartengrundlage: AK5, 2019)

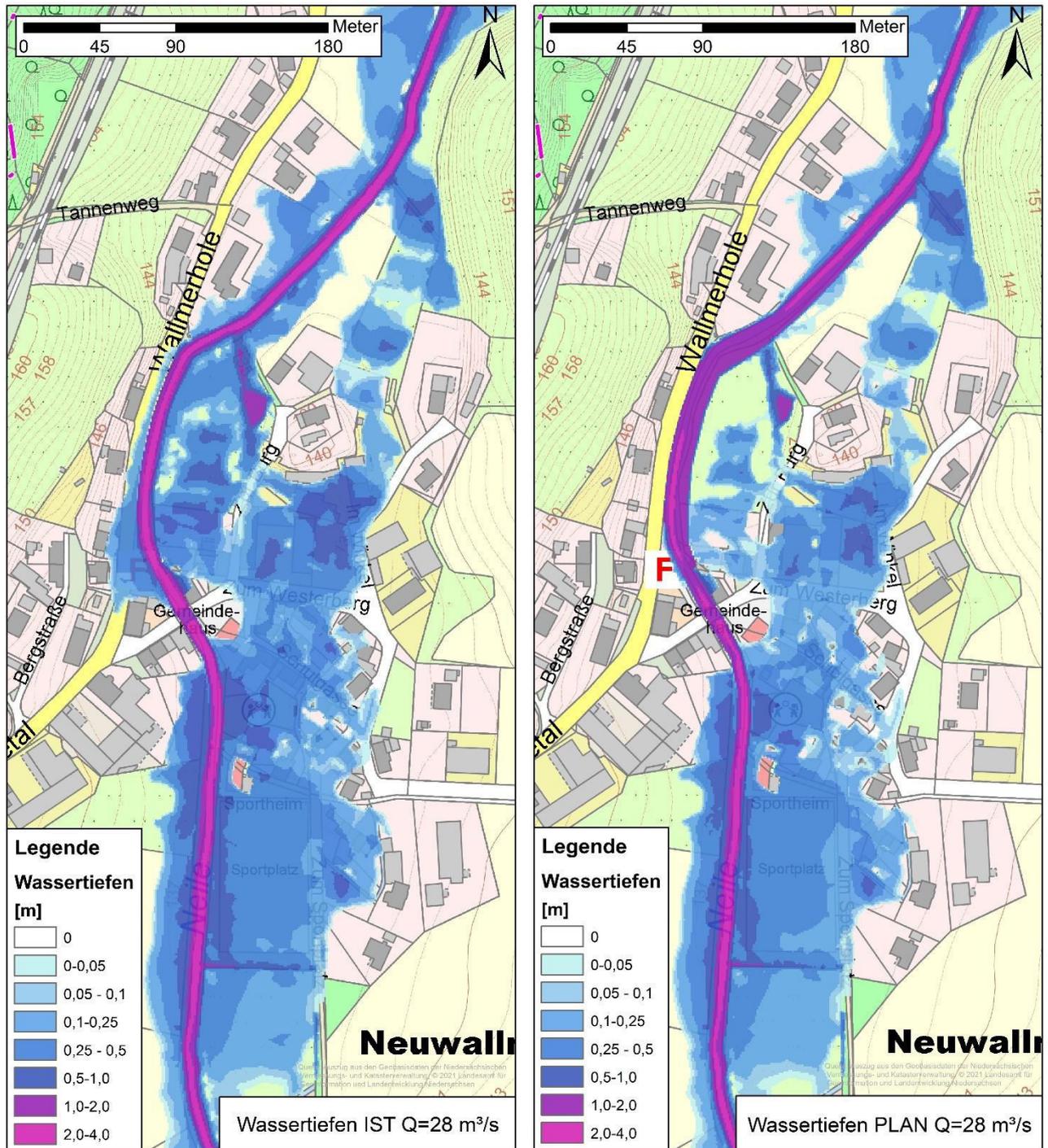


Abbildung 5-8: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für Q=28 m³/s (Kartengrundlage: AK5, 2019)

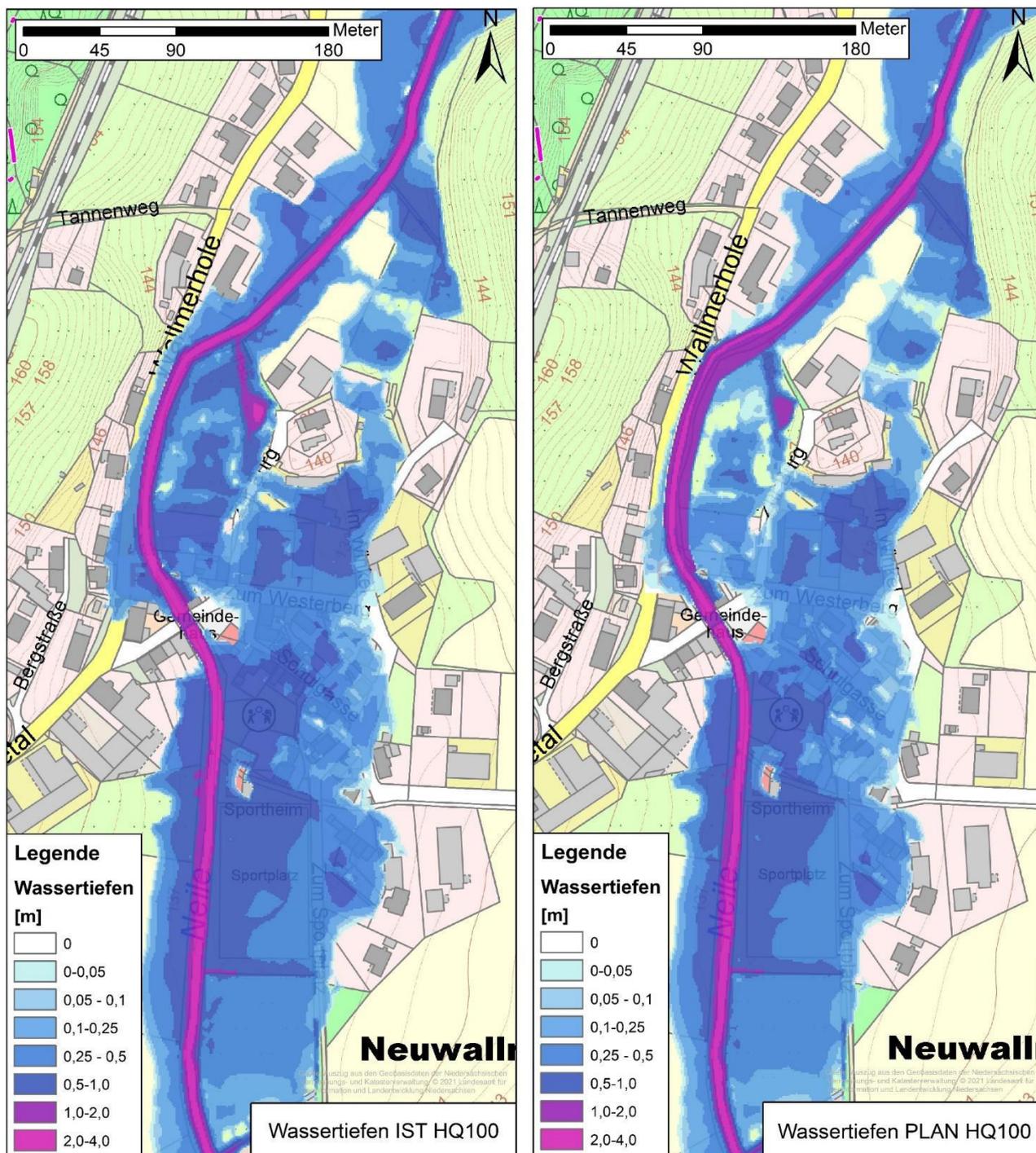


Abbildung 5-9: Wassertiefen für den IST (links)- und PLAN-Zustand (rechts) für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019)

5.3.2.3 Wasserspiegeldifferenzen

Die Verbesserung im Hochwasserfall für die Ortslage Neuwallmoden zeigt sich analog zu den Referenzpunkten auch in den Wasserspiegeldifferenzen. Diese sind in den Abbildungen 5-9 bis 5-11 dargestellt. Es zeigt sich, dass den Berechnungen zufolge abgesehen von den wegfallenden Ausuferungen bei dem Lastfall $Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$ in der Ortslage die Absenkung des Wasserspiegels rund 5-15 cm beträgt. Bei dem Lastfall $Q=28 \text{ m}^3/\text{s}$ sind es 4-12 cm und bei einem HQ_{100} 4-8 cm.

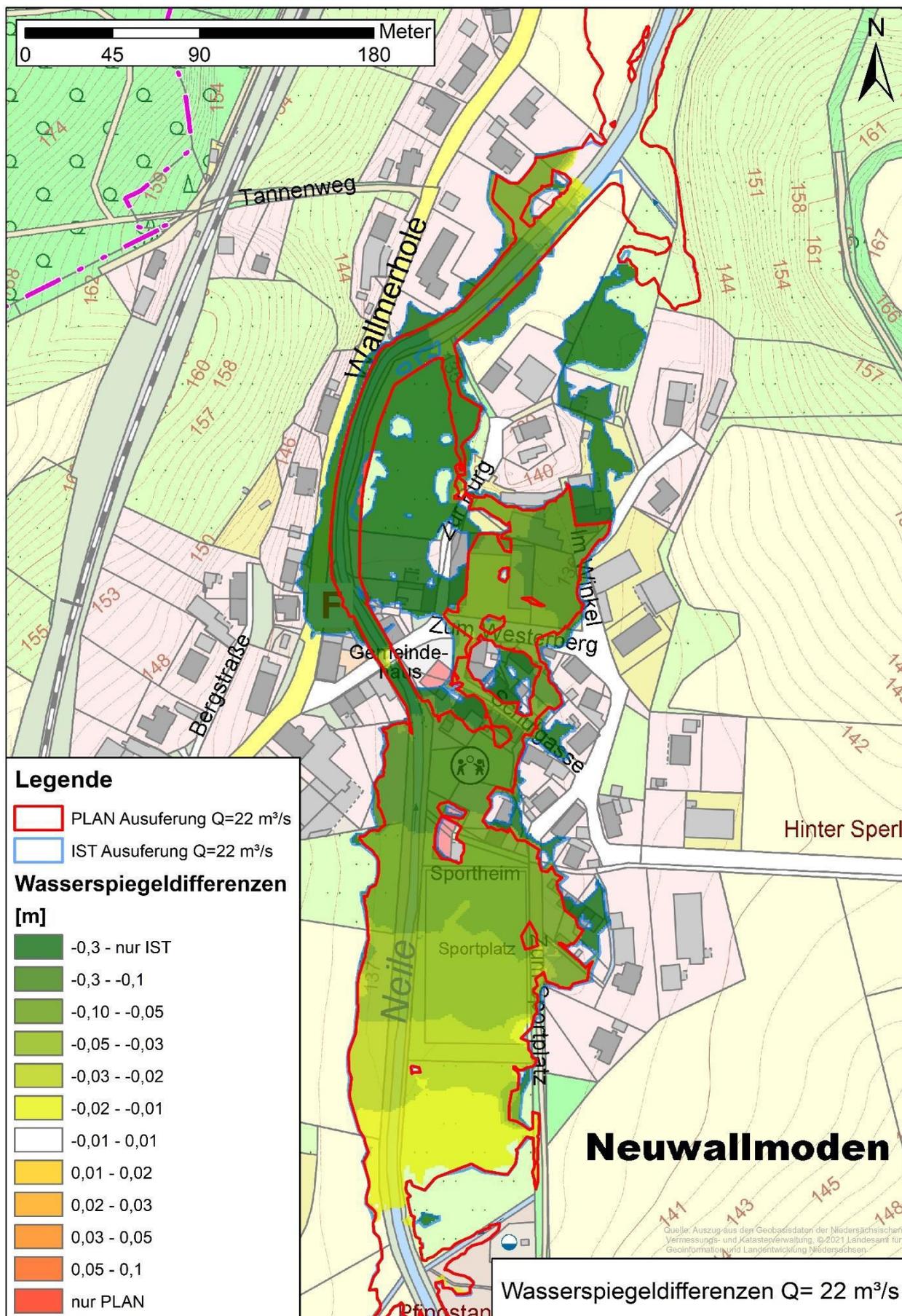


Abbildung 5-10: Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für $Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kartengrundlage: AK5, 2019)

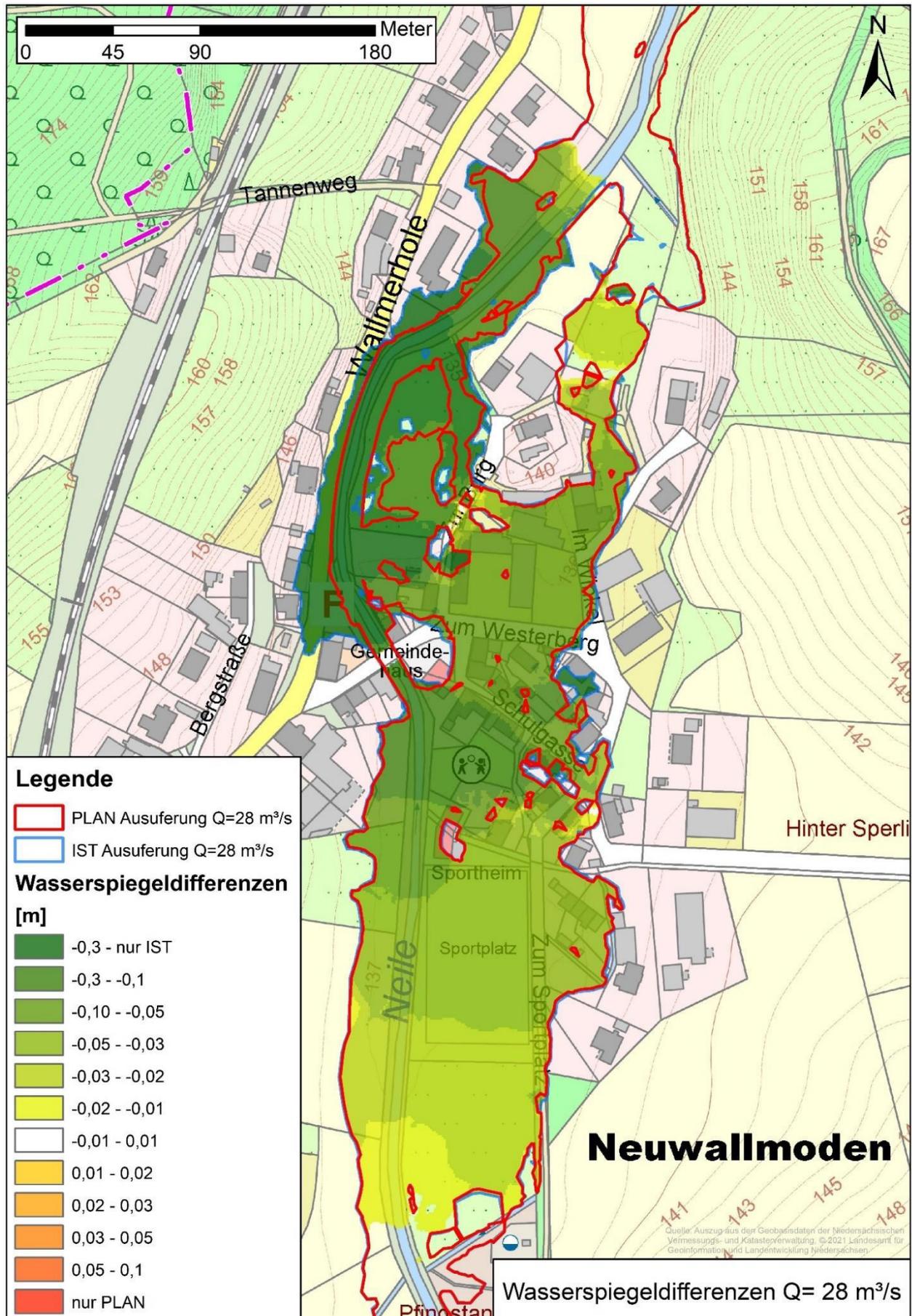


Abbildung 5-11: Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für $Q=28 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kartengrundlage: AK5, 2019)

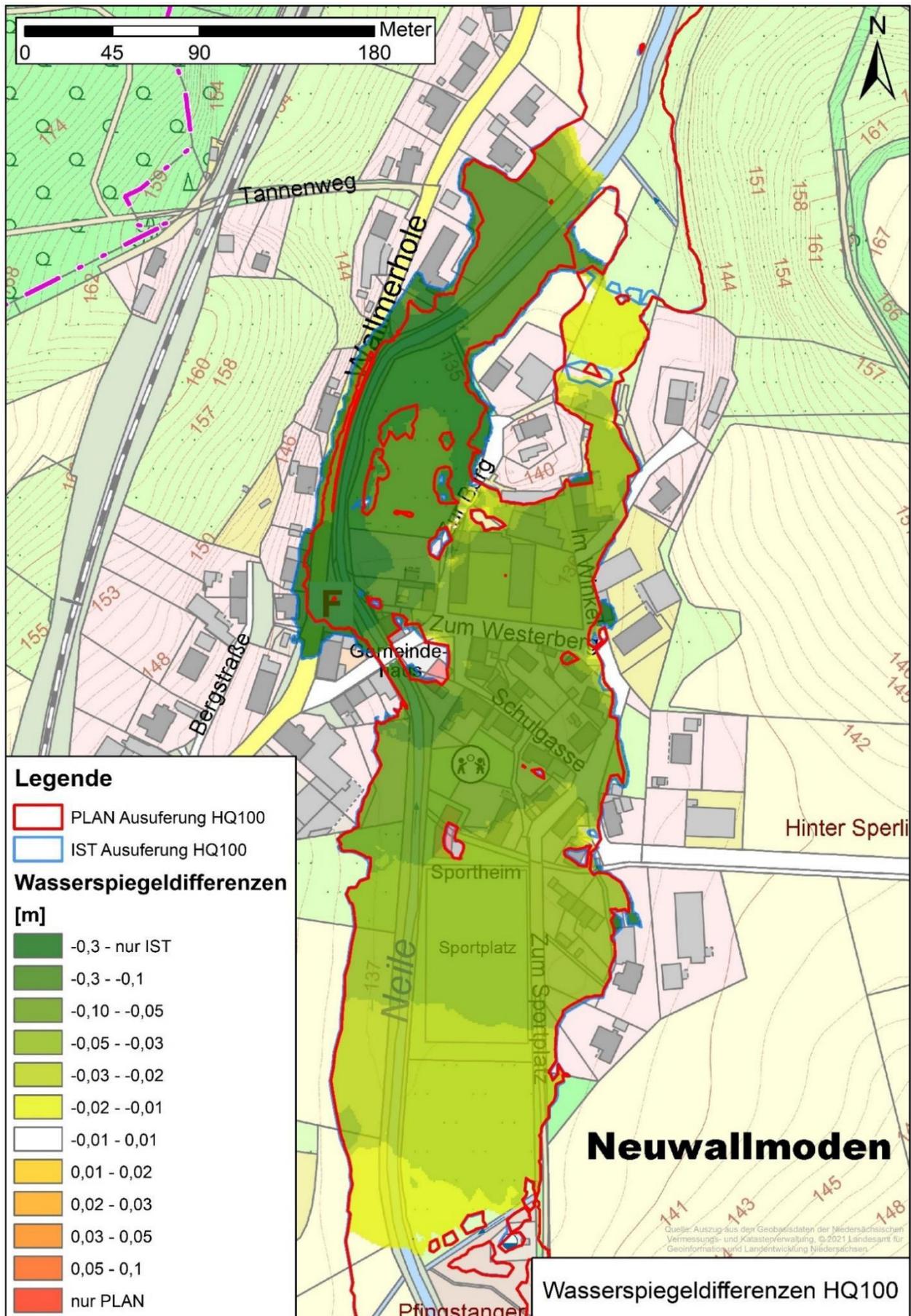


Abbildung 5-12: Wasserspiegeldifferenzen IST - PLAN-Zustand für HQ100 (Kartengrundlage: AK5, 2019)

5.3.2.4 Wasserspiegel in der Neile

Für die Darstellung der Auswirkungen der Aufweitung auf den Wasserspiegel der Neile wurde in der Neile entlang der geplanten Aufweitung (Abbildung 5-13) ein einfacher Längsschnitt (Abbildung 5-14) erstellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Wasserspiegel in der Neile je nach Lastfall um bis zu 50 cm abgesenkt werden kann.

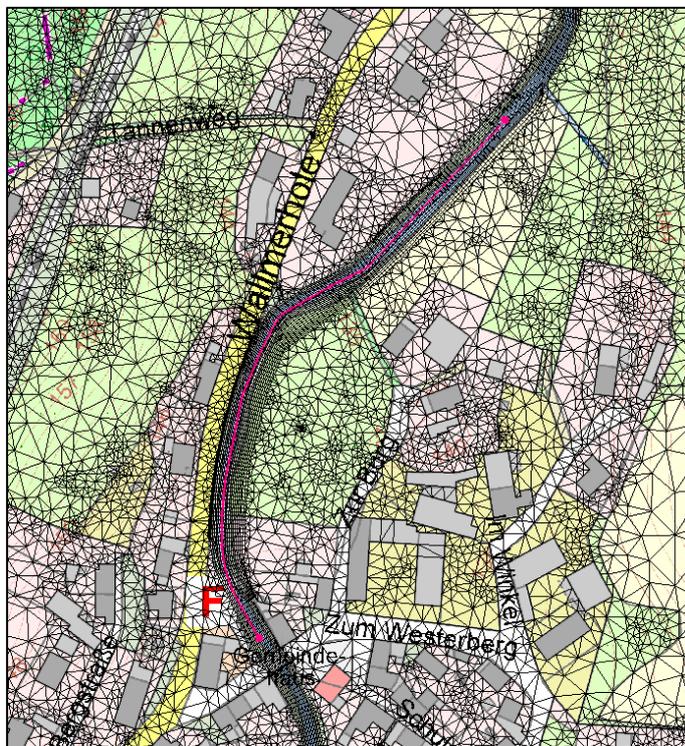


Abbildung 5-13: Lage der Achse für den Längsschnitt (Kartengrundlage: AK5, 2019)

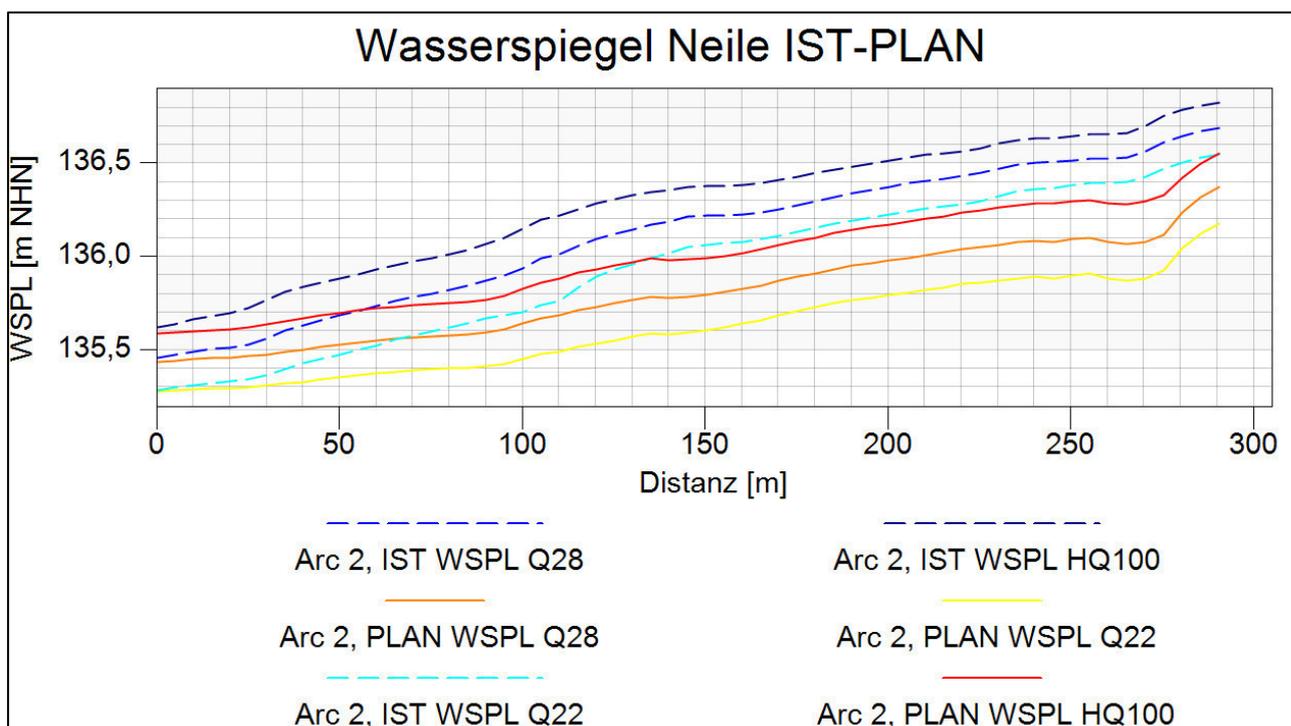


Abbildung 5-14: Längsschnitt der Wasserspiegel der Neile IST - PLAN-Zustand

Bei der Vorzugsvariante zeigt sich ebenfalls, dass bei einem Abfluss von $Q=22 \text{ m}^3/\text{s}$ die Brücke der Straße „Zum Westerberg“ beim IST-Zustand noch voll, aber im PLAN-Zustand gerade so nicht mehr eingestaut ist. Dies hat auch unmittelbar positive Auswirkungen auf die zu erwartenden Ausuferungen in Neuwallmoden (vgl. Abbildung 5-4).

5.4 Weitere Planungsvarianten

In der Projekthistorie und auch im Rahmen dieses Gutachtens wurden weitere Planungsvarianten betrachtet. Diese sind zusammen mit der rechnerisch ermittelten Absenkung des Wasserspiegels in der Tabelle 5-1 aufgelistet.

Tabelle 5-1: Übersicht der hydraulisch betrachteten Varianten in der Projekthistorie

Variante	Titel	Kurzbeschreibung	Absenkung des PLAN-WSP an Referenzpunkten in Neuwallmoden	
1	Planung mit Aufweitung mit Errichtung der Hochwasserberme auf MHQ-Niveau unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher Fragen (Antragsgegenstand vom 01.12.2022)	Bermen (BA1=Ortslage und BA2=Sportplatz) auf MHQ-Niveau; Bäume bleiben teilweise stehen; Abgrabung aber nah an die Bäume heran	Q=22 m ³ /s	4-9 cm
			Q=28 m ³ /s	4-5 cm
			HQ100	3-4 cm
2	Prüfung der Planungen unter Berücksichtigung der Baum-DIN	Bermen (BA1=Ortslage und BA2=Sportplatz) auf MHQ-Niveau; Bäume bleiben teilweise stehen; Berücksichtigung der Baum-DIN; Gelände um die Baumstämme bleibt großzügig auf IST-Niveau erhalten	Q=22 m ³ /s	1-3 cm
			Q=28 m ³ /s	1-3 cm
			HQ100	1-2 cm
3	Prüfung der angepassten Geometrie mit Errichtung der Hochwasserberme auf MQ-Niveau	3 Varianten (s.u.)		
3.1	BA 1 (nur Ortslage Neuwallmoden)	Berme (nur BA1=Ortslage) auf MQ-Niveau; Bäume werden alle entfernt	Q=22 m ³ /s	9-14 cm
			Q=28 m ³ /s	8-11 cm
			HQ100	6-8 cm
3.2	BA 1 + BA 2 (Ortslage Neuwallmoden + Sportplatz); Weide entfernt	Bermen (BA1=Ortslage und BA2=Sportplatz) auf MQ-Niveau; Bäume werden alle entfernt; Weide am Sportplatz wird auch entfernt	Q=22 m ³ /s	10-15 cm
			Q=28 m ³ /s	9-11 cm
			HQ100	6-8 cm
3.3	BA 1 + BA 2 (Ortslage Neuwallmoden + Sportplatz); Weide bleibt	Bermen (BA1=Ortslage und BA2=Sportplatz) auf MQ-Niveau; Bäume werden alle entfernt; Weide am Sportplatz bleibt stehen	Q=22 m ³ /s	10-15 cm
			Q=28 m ³ /s	9-11 cm
			HQ100	6-8 cm

Die ursprüngliche Planung hatte die Aufweitung der Neile in der südlichen und nördlichen Ortslage von Neuwallmoden im Blick. Die Bauabschnitte wurden gemeinsam betrachtet. Mit den Erkenntnissen aus den Fachgutachten und den Hinweisen zur möglichen Baumsetzung war das Ziel „Hochwasserschutz für Neuwallmoden“ nur bedingt zu erreichen. In der Folge wurden die Planungen deshalb für das Ziel Hochwasserschutz optimiert. Die Plananpassung beinhaltet eine veränderte Bermengeometrie. Die geplanten Bauabschnitte wurden einzeln hinsichtlich ihrer hydraulischen Wirkung betrachtet. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Bauabschnitt am Sportplatz nur sehr geringe Verbesserungen verspricht. Der Eingriff in den Naturhaushalt wäre aufgrund der notwendigen Baumfällungen aber vergleichsweise hoch. Ein wirtschaftliches Kosten/Nutzen-Verhältnis ist für diesen Bauabschnitt bei geringer Wirkung ebenfalls nicht darstellbar. Zur Verbesserung des

Hochwasserschutzes in Neuwallmoden ist deshalb der Bauabschnitt 1 (Aufweitung in der Ortslage) mit veränderter Bermengeometrie die Vorzugsvariante, die Antragsgegenstand ist. Der vorliegende Bericht zur Hydraulik beschreibt daher diese abschließende Planvariante (Variante 3.1) und ihre Auswirkungen.

6 Zusammenfassung

Die durchgeführten hydraulischen Berechnungen haben nachgewiesen, dass es durch die geplante Gewässeraufweitung in der Ortslage Neuwallmoden zu einer Entlastung der Hochwassersituation kommt. Es kommt zu einer Verbesserung des schadlosen Abflusses.

Bei Hochwasserereignissen kommt es zu einer Entlastung für die Ortslage. Dabei sind vor allem bei kleineren Ereignissen deutliche Effekte wie die Abnahme der Ausdehnung der Ausuferungen und Absenkung des Wasserspiegels zu verzeichnen. Bei einem HQ_{100} liegt die Absenkung des Wasserspiegels bei bis zu 8 cm.

Es wurden diverse Varianten betrachtet. Die hier herausgearbeitete Vorzugsvariante maximiert dabei den zu erreichenden Hochwasserschutz durch die Gewässeraufweitung unter Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Belange.

Nachteilige Auswirkungen für Ober- oder Unterlieger des Planungsgebiets treten den Berechnungen zufolge nicht auf.

7 Quellen

- [1] DVWK, 1990a: Regeln zur Wasserwirtschaft: Arbeitsanleitung zur Anwendung von Nieder-schlag-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Teil I: Analyse.
- [2] DVWK, 1990b: Regeln zur Wasserwirtschaft: Arbeitsanleitung zur Anwendung von Nieder-schlag-Abfluß-Modellen in kleinen Einzugsgebieten. Teil II: Synthese.
- [3] Gewässerkundliches Jahrbuch 2017, Abflüsse und Wasserstände für den Pegel Sehlde, NLWKN
- [4] Ingenieurbüro Metzling GmbH, „Ökologische Gewässeraufweitung der "Neile" innerhalb der Ortschaft Neuwallmoden im Landkreis Goslar“, 2023
- [5] ITWH, 2019: KOordinierte STarkiederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen (KOSTRA), URL: <https://itwh.de/de/softwareprodukte/desktop/kostra-dwd-2010r/>.
- [6] KIT, 2014: Softwarepaket Hochwasseranalyse und -berechnung: Anwendung des Softwarepakets.
- [7] „Konkretisierung des Integrierten HWSK ‚Nördliches Harzvorland‘; Innerste für das EZG Neile“, HGN 2020
- [8] Landesumweltamt NRW, 2004: Merkblätter Band 46, Ermittlung von Bemessungsabflüssen nach DIN 19700 in Nordrhein-Westfalen
- [9] MANIAK, 2016: Hydrologie und Wasserwirtschaft, Springer Berlin Heidelberg.
- [10] NLÖ, 2003: Hochwasserbemessungswerte für die Fließgewässer in Niedersachsen
- [11] NLWKN, 2016: Wasserkörperdatenblatt 20030 Neile.
- [12] Nujic M. (2004): Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch
- [13] Verworn, H.-R., Schmidtke, S., 2006: FLAMINKO – Flächenabhängige Abminderung der statistischen Regenwerte in KOSTRA, Abschlussbericht