



Interreg 
SLOVENIJA – AVSTRIJA
SLOWENIEN – ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



**ČEZMEJNI NAČRT ZA INOVATIVNO TRAJNOSTNO UPRAVLJANJE
MEJNE MURE IN IZBOLJŠANJE OBVLADOVANJA
POPLAVNE OGROŽENOSTI**

**GRENZÜBERSCHREITENDER MANAGEMENTPLAN ZUR INNOVATIVEN
NACHHALTIGEN BEWIRTSCHAFTUNG DER GRENZMUR UND ZUR
VERBESSERUNG DES HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTS**

Deliverable D.T1.4.2

Analyse der Niederwassersituation der Grenzmur - Österreich

Kurzfassung

Ziel der gegenständlichen Studie ist, für den Abschnitt der Mur zwischen Fluss-km 137,509 und Fluss-km 103,920, d.h. zwischen der Wehranlage Ceršak und der Staatsgrenze bei Sieldorf in der Gemeinde Bad Radkersburg, eine ökologisch begründete Mindestdotationshöhe zu bestimmen, die den Erfordernissen der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F., Anlage G, genügt.

Dazu wurden in 10 repräsentativen seichten Abschnitten in der Grenzmur je 10 Querprofile untersucht. Weiters wurde die Organismendurchgängigkeit am Wehr Ceršak und die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in einem besonders langsam fließenden und tiefen Streckenabschnitt überprüft. Mittels eines digitalen Modells, das auf einer Laserscan-Aufnahme und einer Befahrung mit einem Multi-Beam-Sonar basierte, wurden die Habitatparameter Wassertiefe, Tiefe im Talweg, Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor, benetzte Breite und benetzte Fläche für jeden Abschnitt evaluiert. Als charakteristische Durchflüsse wurden das MQ, MJNQ_T, Q_{95%} (Q₃₄₇) und NQ_T betrachtet, wobei zur Ermittlung der Mindestwasserführung besonders die geringen Durchflüsse (NQ_T, MJNQ_T) relevant sind.

Der bestimmende Faktor zur Ermittlung der Mindestdotationshöhe in der Grenzmur, die dem Epipotamal zuzurechnen ist, war die Wassertiefe im Querprofil. Die von der QZV Ökologie OG, Anlage G, geforderte Mindesttiefe von 0,30 m wird bei einer Dotationshöhe mit dem NQ_T in den Abschnitten 1-5 und 7-10 und ebenso am Wehr Ceršak eingehalten oder wesentlich übertroffen. Lediglich im Abschnitt 6 wird dabei lokal eng begrenzt an der natürlichen Sohlschwelle bei Misselsdorf die Mindesttiefe nicht erreicht und sehr wahrscheinlich um 0,03 m unterschritten. Bei einem Durchfluss von MJNQ_T wird die geforderte Mindesttiefe jedoch eingehalten.

Der erforderliche Mindestwert von 0,3 m/s für die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor wird bei der Wasserführung von NQ_T bereits in sämtlichen untersuchten Profilen ganz erheblich übertroffen, sodass bei dieser Dotationshöhe eine ungehinderte Orientierung von aufsteigenden aquatischen Organismen und insbesondere Fischen möglich ist. Dies ist auch in den tiefen und langsam fließenden Bereichen der Fall, wie exemplarisch an einem Beispiel dargestellt ist (Mindestfließgeschwindigkeit 0,4-0,5 m/s).

Die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit, für die es in den pessimalen Schnellen ebenfalls einen Mindestwert in der QZV Ökologie OG, Anlage G, gibt, ließ sich aus dem digitalen Modell nicht ableiten. Aufgrund der oft hohen Fließgeschwindigkeiten im Gewässer ist jedoch anzunehmen, dass die Vorgaben in den Schnellen (0,3 m/s) bei Mindestdotationshöhe erreicht und übertroffen werden.

Die hier verwendeten Erfordernisse an die benetzte Breite oder an die Wasserfläche gehen über die QZV Ökologie OG hinaus, da sich darin nur ein Vermerk ohne konkrete Richtwerte befindet. Die benutzten Relationen bei Mindestdotationshöhe, nämlich mindestens 80% der Breite und 70% der Wasserfläche bei MJNQ_T, werden ebenfalls bei einem Durchfluss von NQ_T eingehalten.

Die Vorgaben des steirischen Pflichtwasser-Leitfadens (Land Steiermark 2016) für die Zwecke des Naturschutzes haben nur für Gewässer mit einem Mittelwasserabfluss von weniger als 20 m³/s Gültigkeit und sind daher für die Grenzmur nicht anzuwenden. Sie werden zur Orientierung dennoch kurz betrachtet. Die darin geforderten Mindestwerte für die Habitatparameter Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit sind identisch mit jenen der QZV Ökologie OG, Anlage G, und werden daher entsprechend vollumfänglich erfüllt. Weiters soll bei Mindestdotationshöhe rund 70% der Breite des Gewässerbettes bei MQ benetzt sein. Auch diese Forderung wird bei einer Mindestdotationshöhe von NQ_T in jedem einzelnen Abschnitt und insgesamt erfüllt. Dies trifft in gleichem Maß auch auf die Wasserfläche zu.

Aus den Erfordernissen der QZV Ökologie OG, Anlage G, ergibt sich, dass bei einer Mindestdotationshöhe in Höhe des NQ_T in der Grenzmur zwischen Fluss-km 137,509 (Wehranlage Ceršak) und Fluss-km 103,920 (Staatsgrenze bei Sieldorf) solche hydromorphologische Bedingungen vorliegen, unter denen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die für den guten Zustand der biologischen Qualitätskomponenten festgelegten Werte langfristig erreicht werden können. Auch das Wehr Ceršak ist dabei durchgängig und die augenscheinlich langsam fließenden und tiefen Mur-Abschnitte bieten ausreichend hohe Fließgeschwindigkeiten, um Fischen die Orientierung zu ermöglichen.

Im Bereich einer Ausleitung um die natürliche Sohlschwelle bei Misselsdorf (Abschnitt 6) wäre – je nach Umfang der entnommenen Wassermenge – eventuell eine Mindestdotationshöhe in Höhe des MJNQ_T anzuwenden. Bei NQ_T wird hier nämlich die nach QZV Ökologie OG, Anlage G, geforderte Mindesttiefe

räumlich nur sehr eng begrenzt (in einem Profil) und kurzzeitig um etwa 0,03 m unterschritten. Allerdings wäre für die Passierbarkeit dieses Abschnittes diese geringe Unterschreitung der Mindesttiefe an wenigen Tagen eines Jahres kein gravierendes gewässerökologisches Problem. Generell sollte jedoch eine konkrete Mindestdotierung immer projektbezogen in einer Einzelfallbetrachtung und abhängig von der geplanten Nutzwassermenge bestimmt werden.

Izveleček

Na reki Muri je bilo preiskanih deset reprezentativnih odsekov med rečnim km 137,509 in rečnim km 103,920, med jezom Ceršak in državno mejo pri Sichelndorfu/Žetincih v občini avstrijska Radgona Na vsakem odseku je bilo ocenjenih 10 profilov. Na jezcu Ceršak smo preverili tudi prehodnost za organizme, na posebej počasnem in globokem odseku pa najmanjšo hitrost toka v migracijskem koridorju.

Z digitalnim modelom, ki temelji na laserskem skeniranju in večsnopnem sonarju, so bili ocenjeni parametri najmanjše globine vode, globina na odtočni dolini, največja hitrost toka, omočena širina in omočena površina. Na podlagi teh parametrov je bil določen ekološko upravičeno najmanjše napajanje v skladu s specifikacijami QZV Ekologija, Priloga G. Kot karakteristični pretoki so bili uporabljeni MQ, MJNQ_T, Q_{95%} (Q₃₄₇) in NQ_T, pri čemer so za ugotavljanje minimalnih tokov pretoka relevantni še posebej majhni pretoki (NQ_T, MJNQ_T).

Odločilni dejavnik za določitev najmanjšega pretoka v mejni Muri, ki ga je treba pripisati epipotamalu, je bila največja globina vode v prečnem profilu. Najmanjša globina 0,30 m v prečnem profilu, ki jo zahteva Odlok o ciljih ekološke kakovosti iz leta 2010 i veljavni različici, priloga G, je pri napajanju z NQ_T v odsekih 1-5 in 7-10 ter prav tako na jezcu Ceršak izpolnjen ali znatno presežen. Le v odseku 6, v lokalno ozko omejenem profilu na naravnem talnem pragu pri Misselsdorfu ni dosežena najmanjša globina in je zelo verjetno za 0,03 m nižja. Pri pretoku MJNQ_T pa bo zahtevana minimalna globina vendarle dosežena.

Zahtevana najmanjša vrednost 0,3 m/s za hitrost toka pretoka migracijskem koridorju je v vseh preiskovanih profilih s tokom pretoka NQ_T že znatno presežena v vseh preiskovanih profilih, tako da je pri tem napajanju mogoča neovirana orientacija vzpenjajočih se vodnih organizmov in zlasti rib. To velja tudi za globoka in počasi tekoča območja, kot je razvidno iz enega primera (najmanjša hitrost pretoka 0,4-0,5 m/s).

Povprečne hitrosti presekov, za katero so v najslabših brzicah določene tudi zahteve iz QZV Ekologija, Priloga G, iz digitalnega modela ni bilo mogoče izpeljati. Vendar je zaradi pojavljanja in pogosto velikih hitrosti toka mogoče domnevati, da so zahteve (0,3 m/s) dosežene v brzicah.

Zahteve za širino omočene površine ali površino vodne površine presegajo zahteve ekologije QZV, pri katerih je navedena le opomba brez konkretnih priporočenih vrednosti. Orientacijske vrednosti, uporabljene za najmanjšem napajanju, tj. vsaj 80% širine in 70% vodne površine pri MJNQ_T, so izpolnjene tudi pri pretoku NQ_T.

Zahteve štajerskega priročnika za minimalno sprejemljiv pretok (dežela Štajerska 2016) v namene ohranjanja narave veljajo le za vodna telesa s srednjim pretokom, manjšim od 20 m³/s, zato za mejno Muro ne veljajo. Kljub temu jih na kratko obravnavamo zaradi orientacije. Najmanjše zahtevane vrednosti parametrov habitata globine vode in hitrost pretoka so enake tistim iz Priloge G, ki se nanašajo na QZV Ekologija, in so zato v celoti izpolnjene. Ob tem mora biti pri najmanjšem napajanju omočenih približno 70% širine dna vodotoka (pri MQ). Tudi ta zahteva je izpolnjena pri najmanjšem napajanju NQ_T skupno in pri vsakem posameznem odseku. To v enaki meri velja tudi za vodno površino.

Iz zahteve iz Uredbe o ciljih kakovosti Ekologija OG 2010, v enaki različici kot 2018 izhaja, da bo minimalnem napajanju v višini NQ_T na mejni Muri med rečnim km 137,509 (jez Ceršak) in rečnim km 103,920 (državna meja pri Sichelndorfu/Žetincih) obstajajo takšni hidromorfološki pogoji, med katerimi so lahko dolgoročno dosežene vrednosti za dobro biološko dobro stanje, za katere lahko potrdimo z verjetnostjo, ki meji na verjetnost. V tem kontekstu je prehodni tudi jez Ceršak in na videz počasi tekoči in globoki odseki Mure omogočajo dovolj velike hitrosti toka, ki omogočajo orientacijo rib.

Na območju odvzema okoli naravnega talnega praga pri Misselsdorfu (oddelek 6) bo morda treba odvisno na obseg odvzete količine vode - morda uporabiti minimalno napajanje v višini MJNQ_T. Najmanjša zahtevana globina po QZV Ekologija je tukaj pri NQ_T prostorsko zelo ozko omejena (en profil) in je za

kratek čas nižja za približno 0,03 m. Za prehodnost tega odseka bi bilo to rahlo zmanjšanje najmanjše globine za nekaj dni v letu in ne bi predstavljalo resnega vodno-ekološkega problema. Vendar je treba konkretno najmanjšo napajanje vedno določiti za vsak projekt posebej (odvisno od načrtovanih količin uporabne vode).

Abstract

The objective of this study is to provide an ecological minimum flow for the reach of the river Mur (Border Mura) between river km 137.509 and river km 103.920, i.e. between the weir system Ceršak and the state border near Sieldorf in the municipality of Bad Radkersburg. Basis for this are the specifications of the Quality Objective Ordinance Ecology OG 2010 as amended (QZV Ecology OG), Annex G.

For this, 10 representative shallow sections of the river Mur each comprising 10 transects were evaluated. In addition, the passability for aquatic organisms was assessed at the Ceršak weir and the flow velocity in the migration corridor in a particularly slow-flowing and deep reach of the river Mur. The habitat parameters water depth in cross section, depth of thalweg, flow velocity in the migration corridor, wetted width and wetted area were evaluated in each section by means of a digital model based on a laser scan image and the use of a boat-based multi-beam sonar. The flow rates MQ, MJNQ_T, Q_{95%} (Q₃₄₇) and NQ_T were used as characteristic flows, whereby the low flow rates (NQ_T, MJNQ_T) are particularly relevant for assessing the minimum flow.

The decisive factor for determining the minimum flow in the Border Mura, which is assigned to the epipotamal (barbel region), was the minimum water depth in the transect. A minimum depth of 0.30 m is required by the QZV Ecology OG, Annex G. This depth is reached or significantly exceeded at the mean daily lowest flow (NQ_T) in sections 1-5 and 7-10 and also at the Ceršak weir. Only in section 6, i.e. at the natural ground sill near Misselsdorf, the required minimum depth is very likely about 0.03 m lower. However, at the mean annual low flow (MJNQ_T) the required minimum depth is also reached.

In the migration corridor, the required minimum flow velocity of 0.3 m/s is already significantly exceeded at NQ_T in all cross sections investigated. Thus, unrestricted orientation of upstream migrating aquatic biota (particularly fish) is possible at this flow. This is also the case in deep and slow-flowing reaches, where flow velocities of 0.4-0.5 m/s occur as shown in an example.

An average flow velocity in the cross section could not be derived from the digital model, although a specific threshold is required for riffles by the QZV Ecology OG, Annex G. However, as flow velocities are often high in the river Mur, it can be assumed that the requirements for riffles (0.3 m/s) are reached and exceeded.

In addition to the specifications of the QZV Ecology OG, Annex G, which provides only a general remark, requirements for wetted width and wetted area at minimum flow are also used in the present study, i.e. at least about 80% of the wetted width and 70% of the wetted area in relation to those at MJNQ_T. These ratios are met at the flow of NQ_T.

The specifications of the Styrian minimum flow guideline (Land Steiermark 2016), which is used for nature conservation purposes, are valid only for water bodies with a mean discharge of less than 20 m³/s. These are, therefore, not applicable for the Border Mura. Nevertheless, they are briefly examined to provide orientation. The minimum values for water depth and flow velocity are identical to those of the QZV Ecology OG, Annex G, and are thus fully met. In addition, about 70% of the width of the water bed at MQ should be wetted at minimum flow. This requirement is reached with a minimum flow of NQ_T in each individual section as well as in total. This applies also to the wetted area.

According to the requirements of the QZV Ecology OG, Annex G, and a minimum flow of NQ_T, there are such hydromorphological conditions in the Border Mura between river km 137.509 (Ceršak weir) and river km 103.920 (state border near Sieldorf) that the good ecological status can be achieved with almost absolute certainty in the long term. The Ceršak weir allows fish passage and slow-flowing and deep reaches of the Mur provide sufficiently high flow velocities to enable fish orientation.

In case of water abstraction across the natural ground sill near Misselsdorf (section 6) and depending on the amount of water abstracted, it should be considered to use the MJNQ_T as minimum flow. At a flow rate of NQ_T, the minimum depth is about 0.03 m lower than required by the QZV Ecology OG, Annex G.

However, this decrease is spatially and temporally very limited (one cross section, few days of a year). For the upstream passage of this section by the aquatic fauna, this slight decrease in minimum depth would not be a considerable limnological problem. Generally, however, a specific minimum flow should be determined on a case-by-case basis and depending on the planned quantity of water abstracted.

Dokumentinformation

Tatsächliches Abgabedatum	09/2021
Verantwortlicher Partner für das Deliverable	Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14 Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit (A14)
	Wartingergasse 43, 8010 Graz
Andere involvierte Partner	-

Dissemination Ebene

Öffentlich	[X]
Wird auf Anfrage zur Verfügung gestellt	-
Vertraulich, nur für Mitglieder des Konsortiums	-

Autoren

Dr. Wolfgang Petz
Dr. Regina Petz-Glechner

TB Umweltgutachten PETZ OG, Technisches Büro für Ökologie und
Umweltschutz, Neufahrn 74, 5202 Neumarkt am Wallersee
im Auftrag des Projektpartners A14



Übersetzung

Angelika Chott	Übersetzungsbüro für Slowenisch, Angelika Chott, A. Stifter Straße 4, 5204 Straßwalchen (Kurzfassung Slowenisch)
Mag. Cornelia Jöbstl	A14 (Kurzfassung Englisch)
Dr. Wolfgang Petz	TB Umweltgutachten PETZ OG (Kurzfassung Englisch)

Peer reviewers

Mag. Cornelia Jöbstl	A14
DI Tanja Schriebl	A14
DI Urs Lesky	A14
Mag. Jörg Ambrosch	A14

Versioninierung

0.0	Entwurf (11/2020)
1.0	Endversion (09/2021)

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	12
2.	UNTERSUCHUNGSGEBIET UND HYDROLOGIE.....	12
3.	MATERIAL UND METHODEN	16
3.1.	Modell und verwendete Habitatparameter	16
3.2.	Lage der Untersuchungsabschnitte	17
3.3.	Bestimmungen zur Ermittlung der Mindestdotation	20
3.3.1.	Qualitätszielverordnung Ökologie OG	20
3.3.2.	Steirischer Pflichtwasser-Leitfaden.....	21
4.	ERGEBNISSE	22
4.1.	Wassertiefe im Querprofil	22
4.1.1.	Wehr Ceršak	22
4.1.2.	Untersuchungsstrecke Grenzmur	27
4.2.	Wassertiefe im Talweg	52
4.3.	Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor	56
4.4.	Benetzte Breite	70
4.5.	Benetzte Fläche	76
5.	DISKUSSION	81
6.	ZUSAMMENFASSUNG	86
7.	LITERATUR	88
8.	ANHANG	90
8.1.	Wassertiefe und benetzte Breite.....	90
8.2.	Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor	109
8.3.	Wasserfläche	126

ABBILDUNGEN

Abbildung 1: Oberflächenwasserkörper 804000000 im Projektgebiet.....	13
Abbildung 2: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur am Pegel Spielfeld.	14
Abbildung 3: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur am Pegel Mureck.....	14
Abbildung 4: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur mit Saßbach.	14
Abbildung 5: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur bei Fluttendorf.....	14
Abbildung 6: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur bei Radkersburg.....	15
Abbildung 7: Mittlere monatliche Wasserführung der Mur bei Sieldorf.....	15
Abbildung 8: Mittlere monatliche Wasserführung des Mureck-Radkersburger Mühlkanals..	15
Abbildung 9: Fischregionen im Projektgebiet	16
Abbildung 10: Lage der Abschnitte 1-10 im Untersuchungsgebiet	19
Abbildung 11: Wehr Ceršak mit Wassertiefen bei NQ_T und $MJNQ_T$	23
Abbildung 12: Wehr Ceršak mit Wassertiefen bei $Q_{95\%}$ und MQ	24
Abbildung 13: Wehr Ceršak mit Fließgeschwindigkeiten bei NQ_T und $MJNQ_T$	25
Abbildung 14: Wehr Ceršak mit Fließgeschwindigkeiten bei $Q_{95\%}$ und MQ	26
Abbildung 15: Lage des Untersuchungsabschnittes 1 und Wassertiefen bei NQ_T	30
Abbildung 16: Wassertiefen im Untersuchungsabschnitt 1 bei $MJNQ_T$	31
Abbildung 17: Lage des Untersuchungsabschnittes 2 und Wassertiefen bei NQ_T	33
Abbildung 18: Wassertiefen im Untersuchungsabschnitt 2 bei $MJNQ_T$	33
Abbildung 19: Lage des Untersuchungsabschnittes 3 und Wassertiefen bei NQ_T	35
Abbildung 20: Lage des Untersuchungsabschnittes 4 und Wassertiefen bei NQ_T	37
Abbildung 21: Lage des Untersuchungsabschnittes 5 und Wassertiefen bei NQ_T	39
Abbildung 22: Lage des Untersuchungsabschnittes 6 und Wassertiefen bei NQ_T	42
Abbildung 23: Lage des Untersuchungsabschnittes 7 und Wassertiefen bei NQ_T	44
Abbildung 24: Lage des Untersuchungsabschnittes 8 und Wassertiefen bei NQ_T	46
Abbildung 25: Lage des Untersuchungsabschnittes 9 und Wassertiefen bei NQ_T	48
Abbildung 26: Lage des Untersuchungsabschnittes 10 und Wassertiefen bei NQ_T und $MJNQ_T$	50
Abbildung 27: Wassertiefe im Talweg in den Untersuchungsabschnitten 1-10.....	52
Abbildung 28: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 1 bei vier Durchflüssen	54
Abbildung 29: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 2 bei vier Durchflüssen	54
Abbildung 30: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 3 bei vier Durchflüssen	54
Abbildung 31: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 4 bei vier Durchflüssen	54
Abbildung 32: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 5 bei vier Durchflüssen	55
Abbildung 33: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 6 bei vier Durchflüssen.	55
Abbildung 34: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 7 bei vier Durchflüssen	55
Abbildung 35: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 8 bei vier Durchflüssen	55
Abbildung 36: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 9 bei vier Durchflüssen	56
Abbildung 37: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 10 bei vier Durchflüssen.	56
Abbildung 38: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in den Abschnitten 1-10.....	57

Abbildung 39: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 1 bei NQ _T	59
Abbildung 40: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 1	60
Abbildung 41: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ _T	60
Abbildung 42: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 2	60
Abbildung 43: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ _T	61
Abbildung 44: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 3	61
Abbildung 45: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ _T	62
Abbildung 46: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 4	62
Abbildung 47: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ _T	63
Abbildung 48: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 5	63
Abbildung 49: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ _T	64
Abbildung 50: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 6	64
Abbildung 51: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ _T	65
Abbildung 52: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 7	65
Abbildung 53: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 8 bei NQ _T	66
Abbildung 54: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 8	66
Abbildung 55: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ _T	67
Abbildung 56: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 9	67
Abbildung 57: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 10 bei NQ _T	68
Abbildung 58: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 10	68
Abbildung 59: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 5a	69
Abbildung 60: Mittlere benetzte Breite in den Untersuchungsabschnitten 1-10	72
Abbildung 61: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 1	72
Abbildung 62: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 2	72
Abbildung 63: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 3	73
Abbildung 64: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 4	73
Abbildung 65: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 5	73
Abbildung 66: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 6	74
Abbildung 67: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 7	74
Abbildung 68: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 8	74
Abbildung 69: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 9	75
Abbildung 70: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 10	75
Abbildung 71: Mittlere benetzte Fläche in den Untersuchungsabschnitten 1-10	76
Abbildung 72: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 1 bei NQ _T	78

Abbildung 73: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ_T	79
Abbildung 74: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ_T	79
Abbildung 75: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ_T	79
Abbildung 76: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ_T	79
Abbildung 77: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_T	80
Abbildung 78: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ_T	80
Abbildung 79: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 8 bei NQ_T	800
Abbildung 80: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ_T	80
Abbildung 81: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 10 bei NQ_T	81
Abbildung 82: Überschreitungsdauer in der Grenzmur im pessimalen Abschnitt 6.	84

TABELLEN

Tabelle 1 - Hydrologische Kennwerte der Mur zwischen Fluss-km 137,509-103,920.....	13
Tabelle 2 - Lage der Untersuchungsabschnitte.....	17
Tabelle 3 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 10-1 im seichten Abschnitt 1....	32
Tabelle 4 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 20-11 im Abschnitt 2	34
Tabelle 5 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 30-21 im seichten Abschnitt 3..	36
Tabelle 6 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 40-31 im seichten Abschnitt 4..	38
Tabelle 7 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 50-41 im seichten Abschnitt 5..	40
Tabelle 8 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 60-51 im pessimalen Abschnitt 6..	43
Tabelle 9 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 70-61 im seichten Abschnitt 7	45
Tabelle 10 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 80-71 im seichten Abschnitt 8..	47
Tabelle 11 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 90-81 im seichten Abschnitt 9..	49
Tabelle 12 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 100-91 im seichten Abschnitt 10.	51
Tabelle 13 - Wassertiefe im Talweg und in den Abschnitten 1-10	53
Tabelle 14 - Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in den Abschnitten 1-10	58
Tabelle 15 - Benetzte Breite in den Abschnitten 1-10 und Verhältnis zu jener bei MJNQ _T	71
Tabelle 16 - Verhältnis (%) der benetzten Breite in den Abschnitten 1-10 zu jener bei MQ ..	75
Tabelle 17 - Benetzte Fläche in den Abschnitten 1-10 und Verhältnis zu MJNQ _T und MQ	77
Tabelle 18 - Notwendige Wassermengen zur Einhaltung der Parameter der QZV Ökologie sowie weiterer ökologisch relevanter Erfordernisse.	83
Tabelle 19 - Notwendige Mindestdotationen in den einzelnen Abschnitten.....	84

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

goMURra	Čezmejni načrt za inovativno trajnostno upravljanje mejne Mure in izboljšanje obvladovanja poplavne ogroženosti / Grenzüberschreitender Managementplan zur innovativen nachhaltigen Bewirtschaftung der Grenzmur und zur Verbesserung des Hochwasserrisikomanagements
MJNQ _T	Mittleres jährliches Niederwasser
MQ	Mittelwasser
NQ _T	Niedrigstes Tagesmittelwasser
Q _{95%}	Durchfluss, der an 95% der Tage des Regeljahres, d.h. an 347 Tagen, übertroffen wird; entspricht Q ₃₄₇
QZV	Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer 2010 i.d.g.F. 2018

1. EINLEITUNG

Das grenzüberschreitende EU-Projekt goMURra (www.gomurra.eu) wird im Rahmen des Programms "Interreg V-A Slowenien – Österreich 2014 – 2020" durchgeführt. Es ist dies die Fortsetzung langjähriger Zusammenarbeit und gemeinsamer Aktivitäten entlang des 34 km langen Fließgewässersystems der Grenzmur im Rahmen der österreichisch-slowenischen Kommission für die Mur. Unter Berücksichtigung des Wasserwirtschaftlichen Grundsatzkonzeptes aus dem Jahr 2001, der bisher umgesetzten Maßnahmen und der aktuellen rechtlichen Rahmenbedingungen, sowie der Richtlinien auf europäischer Ebene werden zukünftige Strategien und Maßnahmenprogramme für die Mur-Grenzstrecke in Form eines Managementplanes 2030 Grenzmur ausgearbeitet.

Im Zuge dieses grenzüberschreitenden Managementplans zur innovativen und nachhaltigen Bewirtschaftung der Grenzmur und zur Verbesserung des Hochwasserrisiko-managements wurde in einem laufenden Interreg SI-AT Projekt CROSSRISK eine Abflussuntersuchung der Grenzmur durchgeführt. Auf dieser Grundlage sollte in der vorliegenden 'Analyse der Niederwassersituation der Grenzmur' eine ökologisch begründete Mindestdotations für diesen Abschnitt der Mur gefunden werden, um die maximal möglichen Wassermengen für die Dotations der verschiedenen Mühlbäche und Seitenarme bei Niederwasserführung des Vorfluters festlegen zu können. Die Ermittlung der Mindestdotations sollte unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Forderungen der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. und des österreichischen Wasserrechtsgesetzes WRG 1959 i.d.g.F. die ökologisch begründete Mindestdotations in Niederwasserperioden ermittelt werden.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET UND HYDROLOGIE

Die Mur bildet zwischen Spielfeld (Wehranlage Ceršak, Fluss-km 137,509) und Sieldorf (Gemeinde Bad Radkersburg, Fluss-km 103,920) auf einer rund 34 km langen Strecke die Staatsgrenze zwischen Österreich und Slowenien. Dieser Abschnitt entspricht dem Oberflächenwasserkörper 804000000 (Abbildung 1, WISA 2020).

Im gegenständlichen Abschnitt ist die Mur ein Gewässer mit der Flussordnungszahl 7 (Wimmer & Moog 1994). Das Abflussregime ist einfach und gemäßigt nival mit dem Abflussmaximum im Mai (GEN 5, Mader et al. 1996; Abbildungen 2-8). In der Abflussstärke folgen sodann die Monate Juni, Juli und April. Das Durchflussminimum tritt im Winter (Jänner, Februar) auf. Der Charakter im Jahresgang ist am Pegel Spielfeld (Beginn des Untersuchungsgebietes) gering (SK_{max} 1,4, SK_{Jahr} 2,4). Die Speisung des Gewässers erfolgt somit hauptsächlich durch die Schneeschmelze, die das wesentliche hydrologische Ereignis im Jahresverlauf ist. Im weiteren, etwa 34 km langen Verlauf des Projektgebietes kommt es zu keiner wesentlichen Änderung dieser Verhältnisse.

Die hydrologischen Kennwerte der Mur zwischen Spielfeld (Wehranlage Ceršak) und der Staatsgrenze in Sieldorf (Gemeinde Bad Radkersburg) und der Ausleitung Misselsdorf (Mureck-Radkersburger Mühlkanal) wurden dankenswerterweise vom Hydrographischen

Dienst, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, zur Verfügung gestellt und sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Während das Einzugsgebiet im Untersuchungsgebiet im Längsverlauf um rund 8,4% zunimmt, nimmt das NQ_T um etwa 4,5%, das $MJNQ_T$ um 7% und das MQ um 5,4% zu (Tabelle 1).

Im Untersuchungsgebiet werden mehrere Mühlkanäle ausgeleitet und/oder münden wieder zurück in das Hauptgewässer. Der längste im Projektsgebiet auf österreichischer Seite ist der Mureck-Radkersburger Mühlkanal mit einer Ausbauwassermenge Q_A von etwa $3 \text{ m}^3/\text{s}$ (Abbildungen 8, 9). Auch auf der slowenischen Seite gibt es solche Ausleitungen. Diese Mühlgänge dienen verschiedenen Zwecken, unter anderem für Bewässerung.

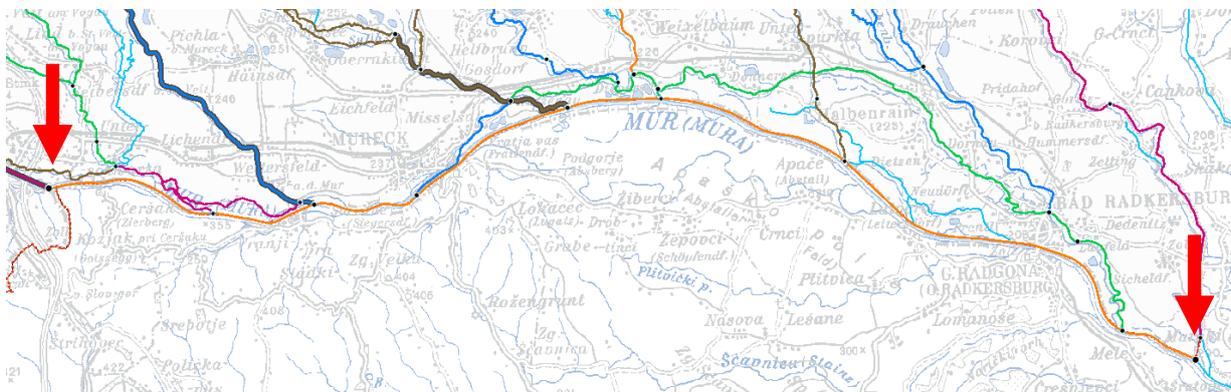


Abbildung 1: Oberflächenwasserkörper 804000000 im Projektsgebiet (durch Pfeile markiert; aus WISA 2020).

Tabelle 1 - Hydrologische Kennwerte der Mur zwischen Fluss-km 137,509-103,920 (NQ_T , $MJNQ_T$, $Q_{95\%}$ bzw. Q_{347} , MQ) und in der Ausleitung Misselsdorf, d.h. dem Mureck-Radkersburger Mühlkanal (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abt. 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

Abschnitt	Einzugsgebiet (km ²)	Durchfluss 1 NQ_T (m ³ /s)	Durchfluss 2 $MJNQ_T$ (m ³ /s)	Durchfluss 3 $Q_{95\%}$ (m ³ /s)	Durchfluss 4 MQ (m ³ /s)
1 – Pegel Spielfeld	9540,2	37,47	57,96	64,90	149,4
2 – mit rechtem Mühl-gang bei Spielfeld	9550,0	37,49	58,01	64,96	149,5
3 – Pegel Mureck	9769,9	37,98	59,14	66,26	151,8
4 – mit Saßbach	9949,6	38,37	60,05	67,31	153,6
5 – bei Fluttendorf	9951,0	38,37	60,06	67,32	153,6
6 – Bad Radkersburg	10252,0	38,99	61,57	69,07	156,6
7 – Staatsgrenze	10340,7	39,17	62,01	69,58	157,5
8 – Pegel Misselsdorf (Ausleitung)	--	0,03	0,523	0,657	2,73

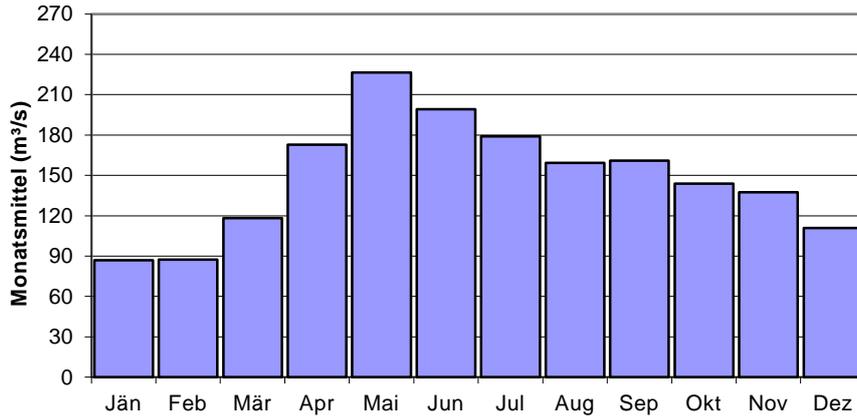


Abbildung 2: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur am Pegel Spielfeld 1990-2018 (Beginn des Untersuchungsgebietes; Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

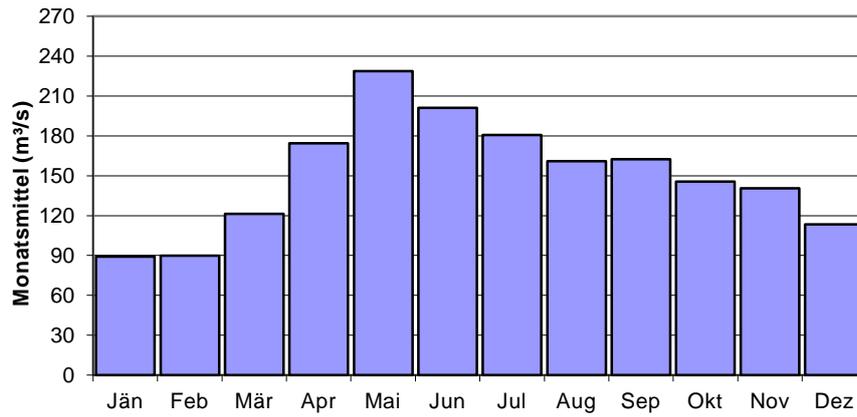


Abbildung 3: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur am Pegel Mureck 1990-2018 (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

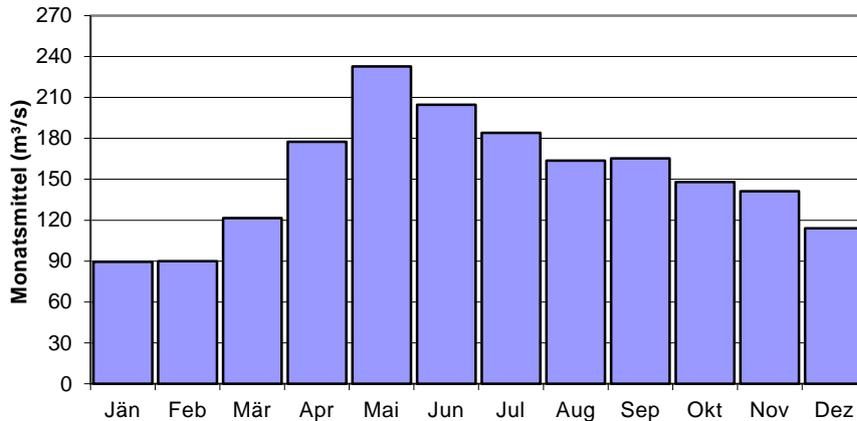


Abbildung 4: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur mit Saßbach 1990-2018 Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

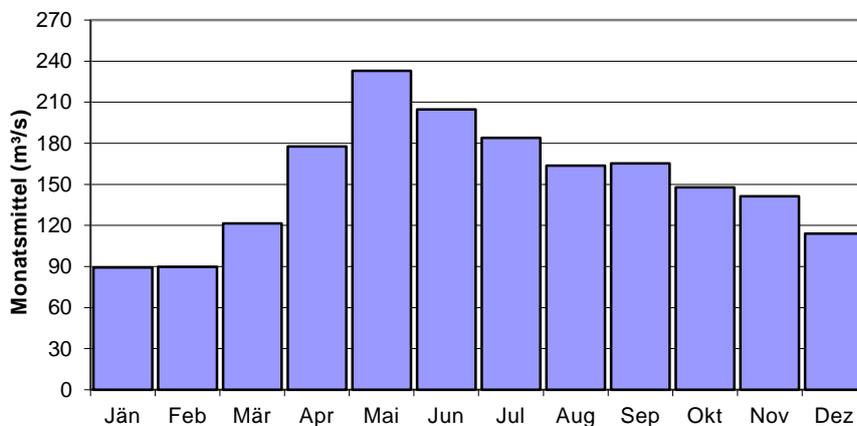


Abbildung 5: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur bei Fluttendorf 1990-2018 Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

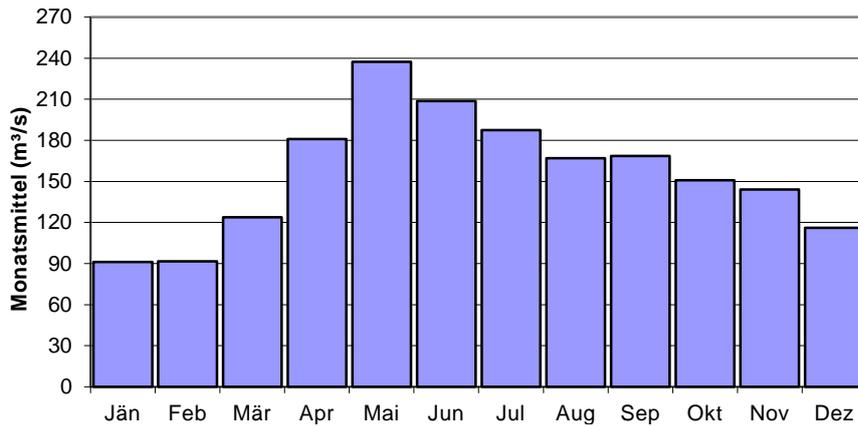


Abbildung 6: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur bei Radkersburg 1990-2018 (Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

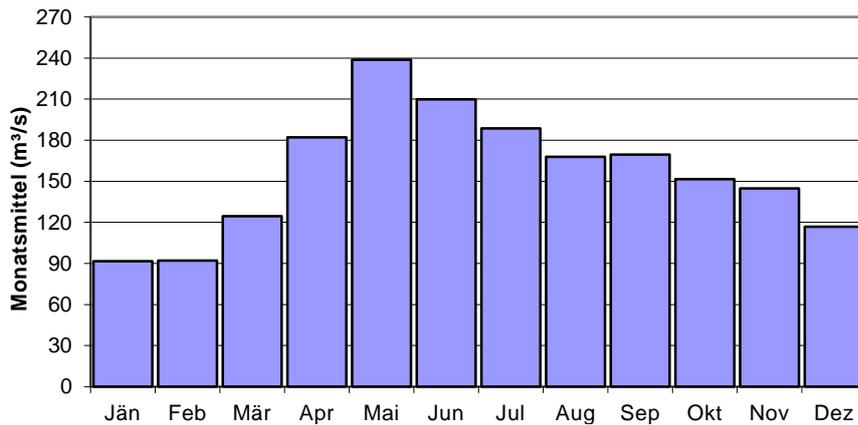


Abbildung 7: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) der Mur an der Staatsgrenze bei Sieldorf 1990-2018 (unteres Ende des Untersuchungsgebietes; Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

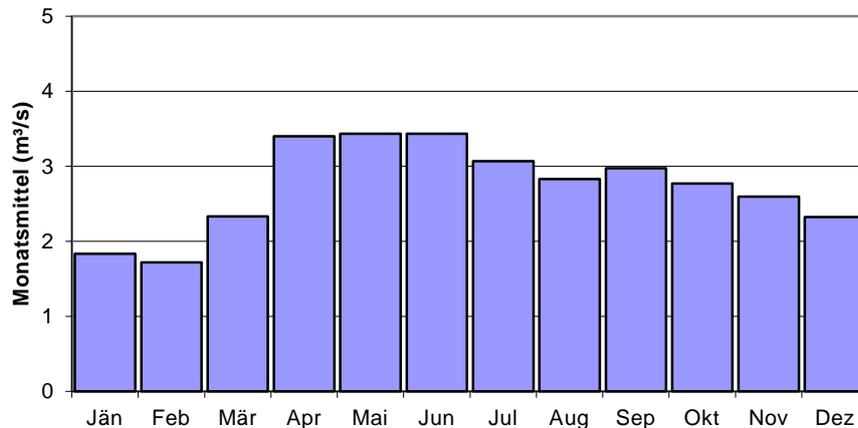


Abbildung 8: Mittlere monatliche Wasserführung (MQ) des Mureck-Radkersburger Mühlkanals 2004-2018 (Ausleitung Pegel Misselsdorf; Quelle: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 14, Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit).

Das Untersuchungsgebiet liegt in der Ökoregion des dinarischen Westbalkan und in der Fließgewässer- und Fisch-Bioregion des Grazer Beckens und Grabenlandes und der Östlichen Flach- und Hügelländer (E; Moog et al. 2001, BMLFUW 2017). Hinsichtlich der biozönotischen Region gehört es zum Epipotamal (Barbenregion; Haunschmid et al. 2006, BMLFUW 2017; Abbildung 9).

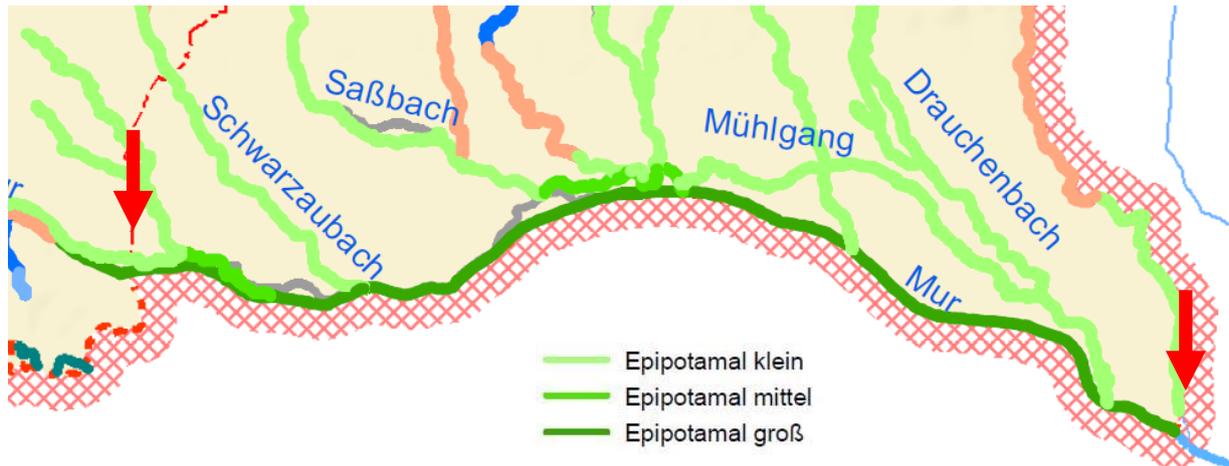


Abbildung 9: Fischregionen im Projektgebiet (durch Pfeile markiert; aus BMLFUW 2017).

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Modell und verwendete Habitatparameter

Basierend auf den hydrologischen Daten der Mur im Untersuchungsgebiet (sh. Kapitel 2) wurde ein 3D-Modell für den Flussschlauch der Grenzmur und eine 2D-Abflussberechnung bei vier Durchflüssen (MQ , $Q_{95\%}$, $MJNQ_T$, NQ_T) erstellt und von GIS-Steiermark, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 17, Landes- und Regionalentwicklung, Referat Statistik und Geoinformation zur Verfügung gestellt. Das digitale Modell basierte auf einer Laserscan- sowie einer Multi-Beam- und Single-Beam-Sonar-Vermessung (Lugitsch und Partner Ziviltechniker GmbH & Mensuras d.o.o. 2020) und wies sowohl Wassertiefen als auch Fließgeschwindigkeiten (an der Wasseroberfläche) aus. Die Profilparameter wurden aus diesen Darstellungen übernommen. $Q_{95\%}$ entspricht in dieser Darstellung dem Q_{347} .

Die Wassertiefen sind im digitalen Modell in Schritten von 10 cm zwischen 0,00 und 0,50 m Tiefe kategorisiert, die weiteren Klassen sind 0,50 m und 1,00 m und ab 1,00 m Wassertiefe erfolgte die Unterteilung in 1-m-Intervallen. Gleiches gilt für die Fließgeschwindigkeit, lediglich die Maßeinheit ist m/s (1 Kommastelle). Allerdings ist jeweils die obere Grenze der einen Kategorie und die untere Grenze der nächsthöheren Klasse identisch (z.B. 0,30-**0,40** m, **0,40**-0,50 m; 0,3-**0,4** m/s, **0,4**-0,5 m/s; z.B. Abbildungen 11-20, 32-41). Um Eindeutigkeit herzustellen, wurde für die weiteren Berechnungen jeweils die untere Klassengrenze um 0,01 erhöht, (z.B. **0,31**-0,40 m, **0,41**-0,50 m, **0,31**-0,4 m/s, **0,41**-0,5 m/s, etc.). Nur im pessimalen Abschnitt 6 wurden die Wassertiefen außerdem zwischen 0,30-0,40 m in 1-cm-Schritten aufgelöst. Für die weiteren Berechnungen zur Ermittlung der Mindestdotation wurde jeweils die untere Klassengrenze verwendet. Der tatsächliche Wert des jeweiligen Parameters kann in der Realität jedoch um bis zu 0,09 m bzw. m/s höher sein und im Bereich bis zur oberen Kategoriegrenze liegen. Dies bietet einen zusätzlichen Sicherheitsrahmen für die Habitatparameter.

Die erforderlichen Mindestansprüche von aquatischen Organismen an den Lebensraum in Ausleitungstrecken wurden unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018, soweit sie mit den zur Verfügung gestellten Daten erfüllt werden konnten, ermittelt. Dazu wurden die geringste maximale

Wassertiefe im Querprofil, die mittlere Gewässertiefe im Talweg (T_{LR}) zum Erhalt des Lebensraumes der aquatischen Organismen und die maximale Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor bestimmt. Daneben wurde auch die Veränderung der benetzten Breite und Gewässerfläche als Maß für die Größe des Lebensraumes erfasst.

Die Ermittlung und Auswertungen der Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten, benetzten Breiten und der Wasserflächen erfolgte mit dem Programm QGIS, Version 3.12. Die mittlere Gewässertiefe im Talweg (T_{LR}) wurde in denselben Abschnitten ermittelt. Die Maximaltiefe wurde dazu an denselben je 10 Querprofilen genommen (insgesamt 100 Profile). Aus diesen Werten wurde das arithmetische Mittel berechnet (vergl. LAWA 2001).

3.2. Lage der Untersuchungsabschnitte

Aktuelle Orthofotos der Mur (Befliegung 2019) wurden ebenfalls vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 17, Landes- und Regionalentwicklung, Referat Statistik und Geoinformation, zur Verfügung gestellt. Dafür bedanken wir uns ganz herzlich. Diese Orthofotos wurden zur Auswahl der Untersuchungsabschnitte herangezogen.

Für die Untersuchung wurden zehn Abschnitte ausgewählt, die jeweils markante Seichtstellen oder ausgeprägte Flachbereiche enthalten, die die flussaufwärts gerichtete Durchwanderbarkeit von aquatischen Organismen bei geringen Wasserführungen mutmaßlich beeinflussen können (Abbildung 10). In den ausgewählten Abschnitten wurden die Transekte insbesondere über die pessimalen Stellen (Flachstellen, Riffle-Strukturen, Steinriegel) gelegt (Tabelle 2). Der Untersuchungsabschnitt 1 ist aufgrund des Vorhandenseins von zwei kurz hintereinander liegenden ausgeprägten Seichtstellen geteilt, sodass hier 2x5 Profile aufgenommen wurden (Abbildung 11).

Tabelle 2 - Lage der Untersuchungsabschnitte, Profilnummern und Nummer des jeweiligen pessimalen Profils oder der pessimalen Profile. Der Untersuchungsabschnitt 1 ist aufgrund des Vorhandenseins von zwei kurz hintereinander liegenden markanten Seichtstellen zweigeteilt. Im Abschnitt 5a wurden nur die Fließgeschwindigkeiten beispielhaft untersucht.

Abschnitt	Lokalität	Lage bei Fluss-km	Profil-Nummern	Pessimales Profil (Nr.)
1	Flussab Wehr Ceršak	136,5 / 135,7	10-1	4
2	Flussauf Lichendorfer Mühle	134,0	20-11	16-12
3	Flussauf von Weitersfeld an der Mur	132,3	30-21	27, 25-23
4	Flussab von Weitersfeld an der Mur	129,6	40-31	40, 39, 37, 35, 34, 32, 31
5	Bei Mureck	127,2	50-41	45-41
5a	Bei Misselsdorf	125,2	--	--
6	Bei Misselsdorf	125,0	60-51	59
7	Flussauf von Diepersdorf	122,9	70-61	70, 66, 64-61
8	Auf Höhe Diepersdorf	121,9	80-71	80-71
9	Flussab von Fluttendorf	120,1	90-81	90-84, 82, 81
10	Flussab von Bad Radkersburg	108,6	100-91	93

Die überwiegende Zahl der seichten Sektionen liegt etwa in der oberen Hälfte des Untersuchungsgebietes. Lediglich ein Abschnitt (Nr. 10) befindet sich in der unteren Hälfte (Abbildung 10). Die seichteste (pessimale) Stelle liegt im Abschnitt 6 bei Misselsdorf, in dem eine natürliche Schwelle situiert ist.

Das Wehr Ceršak am oberen Ende des Untersuchungsgebietes wurde ebenfalls auf seine Durchgängigkeit und die auftretenden Fließgeschwindigkeiten überprüft.

Darüber hinaus wurden die Fließgeschwindigkeiten in einer tiefen und langsam fließenden (lenitischen) Strecke untersucht (Abschnitt 5a), um die Verhältnisse bei Niederwasserführungen in solchen Abschnitten exemplarisch darzustellen. Dies passierte außerhalb der und zusätzlich zu den 10 Abschnitten (Abbildung 10).





Abbildung 10: Lage der Abschnitte 1-10 im Untersuchungsgebiet. Gesamtüberblick (oben) und Detailausschnitte.

3.3. Bestimmungen zur Ermittlung der Mindestdotation

3.3.1. Qualitätszielverordnung Ökologie OG

Die Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018 besagt (§ 13 Abs 2), dass die für den guten Zustand festgelegten Werte für die biologischen Qualitätskomponenten mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit erreicht werden, wenn

1. eine solche Basiswasserführung ständig im Gewässerbett vorhanden ist, die
 - a) größer ist als der Wert für das natürliche niederste Tagesniederwasser ($NQ_{\text{Restwasser}} \geq NQt_{\text{natürlich}}$),
 - b) in Gewässern, bei denen der Wert für das natürliche niederste Tagesniederwasser kleiner ist als ein Drittel des natürlichen mittleren Jahresniederwassers, jedenfalls ein Drittel des natürlichen mittleren Jahresniederwassers ($NQ_{\text{Restwasser}} \geq 1/3 \text{ MJNQt}_{\text{natürlich}}$) beträgt,
 - c) in Gewässern, bei denen der Mittelwasserabfluss kleiner ist als 1 Kubikmeter pro Sekunde und der Wert für das natürliche niederste Tagesniederwasser kleiner ist als die Hälfte des natürlichen mittleren Jahresniederwassers, jedenfalls die Hälfte des natürlichen mittleren Jahresniederwassers ($NQ_{\text{Restwasser}} \geq 1/2 \text{ MJNQt}_{\text{natürlich}}$) beträgt und im natürlichen Fischlebensraum die in **Anlage G** festgelegten Werte für die Mindestwassertiefe und die Mindestfließgeschwindigkeit erreicht, und
2. darüber hinaus eine dynamische Wasserführung gegeben ist, die im zeitlichen Verlauf im Wesentlichen der natürlichen Abflusssdynamik des Gewässers folgt

§ 13 Abs 1 besagt, dass im Einzelfall bei der Festlegung des Wertes für die hydromorphologischen Bedingungen auf der Grundlage entsprechender Projektunterlagen zu prüfen ist, ob durch die Anwendung weniger strenger Werte für die hydromorphologischen Bedingungen die langfristige Einhaltung der Werte für die biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet ist (sh. auch Erläuterungen zur Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F.). Anlage G regelt die erforderlichen Parameter der für einen guten ökologischen Zustand im Fischlebensraum erforderlichen Habitatbedingungen. Demnach sind in Ausleitungsstrecken in der Barbenregion (Epipotamal) insbesondere an Problemstellen wie z.B. Schnellen (Riffle-Strukturen) und Flachstellen die folgenden Mindestanforderungen an den Lebensraum für Fische einzuhalten:

- **Mindesttiefe** (T_{min}) $\geq 0,30$ m zum Erhalt der Durchgängigkeit für aquatische Organismen
- **Mindestfließgeschwindigkeit** (v_{min}) $\geq 0,3$ m/s für den Bereich der Schnelle zum Erhalt der Orientierungsfähigkeit von Fischen bzw. als Leitströmung im Wanderkorridor (v_{max})
- **mittlere Wassertiefe im Talweg** (T_{LR}) $\geq 0,40$ m zum Erhalt des Lebensraumes der aquatischen Organismen (zur Laichzeit gegebenenfalls mehr)

In Anlage G ist auch vermerkt, dass *"Die Einhaltung der Werte für die Mindesttiefen und Mindestfließgeschwindigkeiten und damit die Durchgängigkeit des Gewässers kann bei geeigneter Strukturausstattung des Gewässers bei Abgabe einer Mindestdotations in Höhe von 50% MJNQ_t angenommen werden, unter der Vorgabe, dass keine anderen fachlichen Grundlagen dagegen sprechen."*

Zusätzlich ist im Erlass zur QZV Ökologie vermerkt, dass *"in anthropogen überformten Gewässerabschnitten hat sich die morphologische Ausgestaltung der Ausleitungsstrecke ... an natürlichen Referenzsituationen des Gewässertyps (in Bezug auf benetzte Breiten bzw. benetzte Flächen bei MJNQ_t) zu orientieren"* (BMLFUW 2011).

3.3.2. Steirischer Pflichtwasser-Leitfaden

Nach dem steirischen Pflichtwasser-Leitfaden (Land Steiermark 2016) sollen für die Zwecke des Naturschutzes für die Fische und das Makrozoobenthos in Gewässern mit einem Mittelwasserabfluss <20 m³/s in der Barbenregion (Epipotamal), folgende Parameter erfüllt werden:

- **Mindestwassertiefe** (T_{\min}) in Schnellen 0,30 m
- **mittlere Wassertiefe im Talweg** (T_{LR}) 0,40 m

Für den Benetzungsgrad und die semiterrestrische Fauna (Laufkäfer) sollen im Zeitraum März bis Oktober (abhängig von der Höhenlage) im Mittel zumindest 70% der Breite des Gewässerbettes (bei MQ) benetzt sein.

Für die gewässerbegleitende Flora soll im Epi-, Meta- und Hyporhithral eine Wassermenge von 12% von MQ in der Vegetationsperiode erreicht werden, wobei an rund 50% der Tage davon zumindest 20% des MQ fließen sollen.

Für das Landschaftsbild ist der weitestgehende Erhalt der wassermorphologischen Ausprägungen über einen Großteil des Jahreslaufes zu gewährleisten.

Anmerkung: Da der Mittelwasserabfluss der Mur im Projektgebiet mit mindestens 149 m³/s (Pegel Spielfeld, sh. Tabelle 1) wesentlich über 20 m³/s liegt, ist der Pflichtwasser-Leitfaden dafür nicht anzuwenden (Land Steiermark 2016). Des Weiteren finden sich für die gewässerbegleitende Flora keine Angaben für epipotamale Gewässer, dem die Mur im Projektgebiet entspricht. Der Leitfaden wird hier dennoch zu einer allgemeinen Orientierung kurz mit betrachtet.

4. ERGEBNISSE

Anmerkung: Gleiche Farben bezeichnen in den Tabellen und Abbildungen jeweils das gleiche Abflussereignis. Die Profile sind abschnittsweise in flussabwärtiger Richtung in absteigender Reihenfolge nummeriert. Da die Wassertiefe und die Fließgeschwindigkeit im digitalen Modell nur in Klassen angegeben ist und für den konkreten Profil-Wert jeweils der niedrigste Wert der Klasse verwendet wurde, kann die Wassertiefe oder Fließgeschwindigkeit um bis zu 0,09 m oder 0,09 m/s größer sein.

4.1. Wassertiefe im Querprofil

4.1.1. Wehr Ceršak

Die Wehranlage Ceršak befindet sich am oberen Ende des Untersuchungsgebietes und stellt ein mögliches Wanderhindernis für aquatische Organismen dar (Abbildung 11). Es ist ein künstliches Querbauwerk, an dem Wasser in einen Mühlgang auf slowenischer Seite ausgeleitet wird. Das Bauwerk weist nahe des orographisch rechten Ufers einen



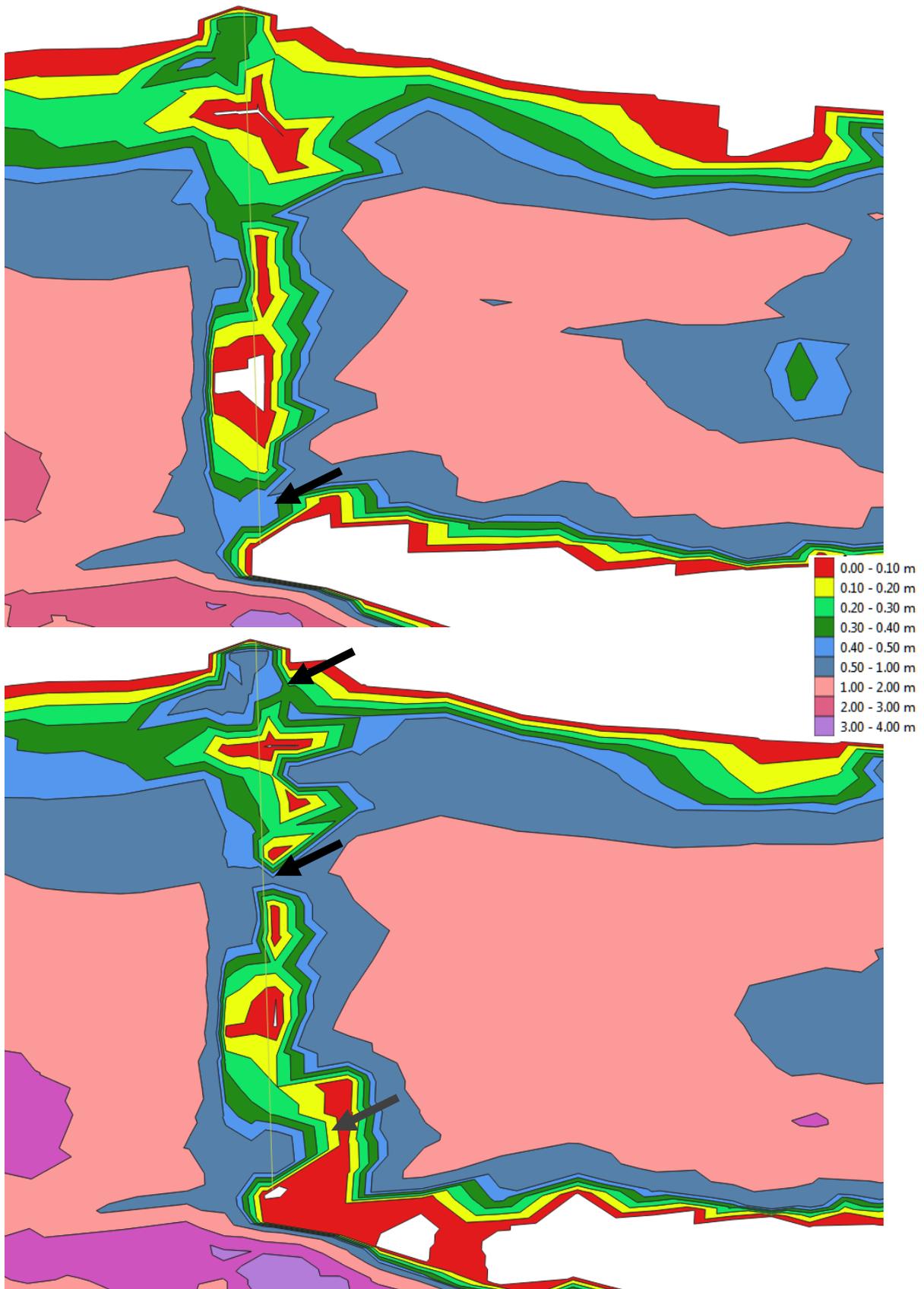


Abbildung 11: Wehr Ceršak mit Wassertiefen bei NQ_T (oben) und $MJNQ_T$ (unten). Die Pfeile markieren den Wanderkorridor.

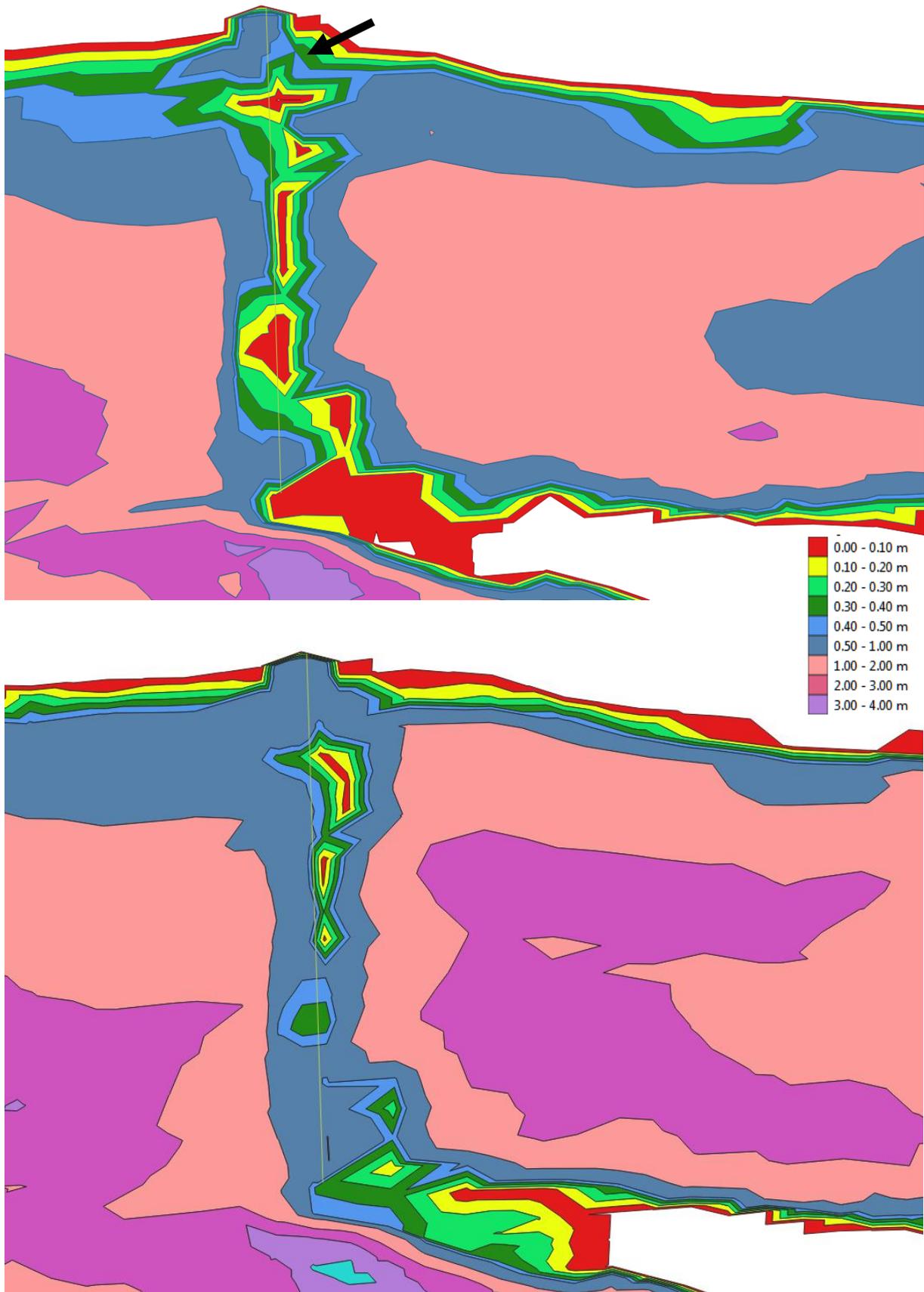


Abbildung 12: Wehr Ceršak mit Wassertiefen bei $Q_{95\%}$ (oben) und MQ (unten). Der Pfeil markiert den Wanderkorridor.

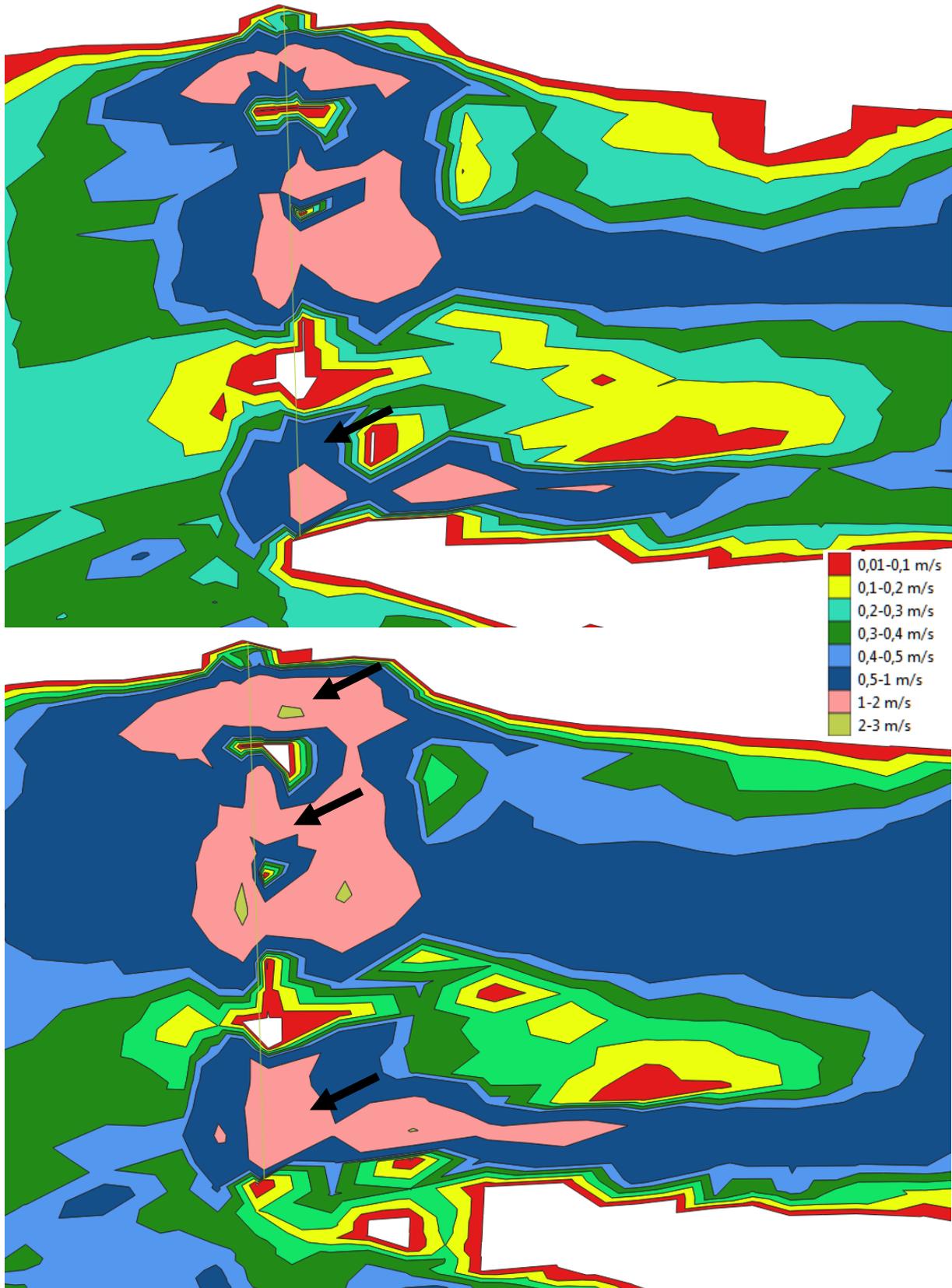


Abbildung 13: Wehr Ceršak mit Fließgeschwindigkeiten bei NQ_7 (oben) und $MJNQ_7$ (unten). Die Pfeile markieren den Wanderkorridor.

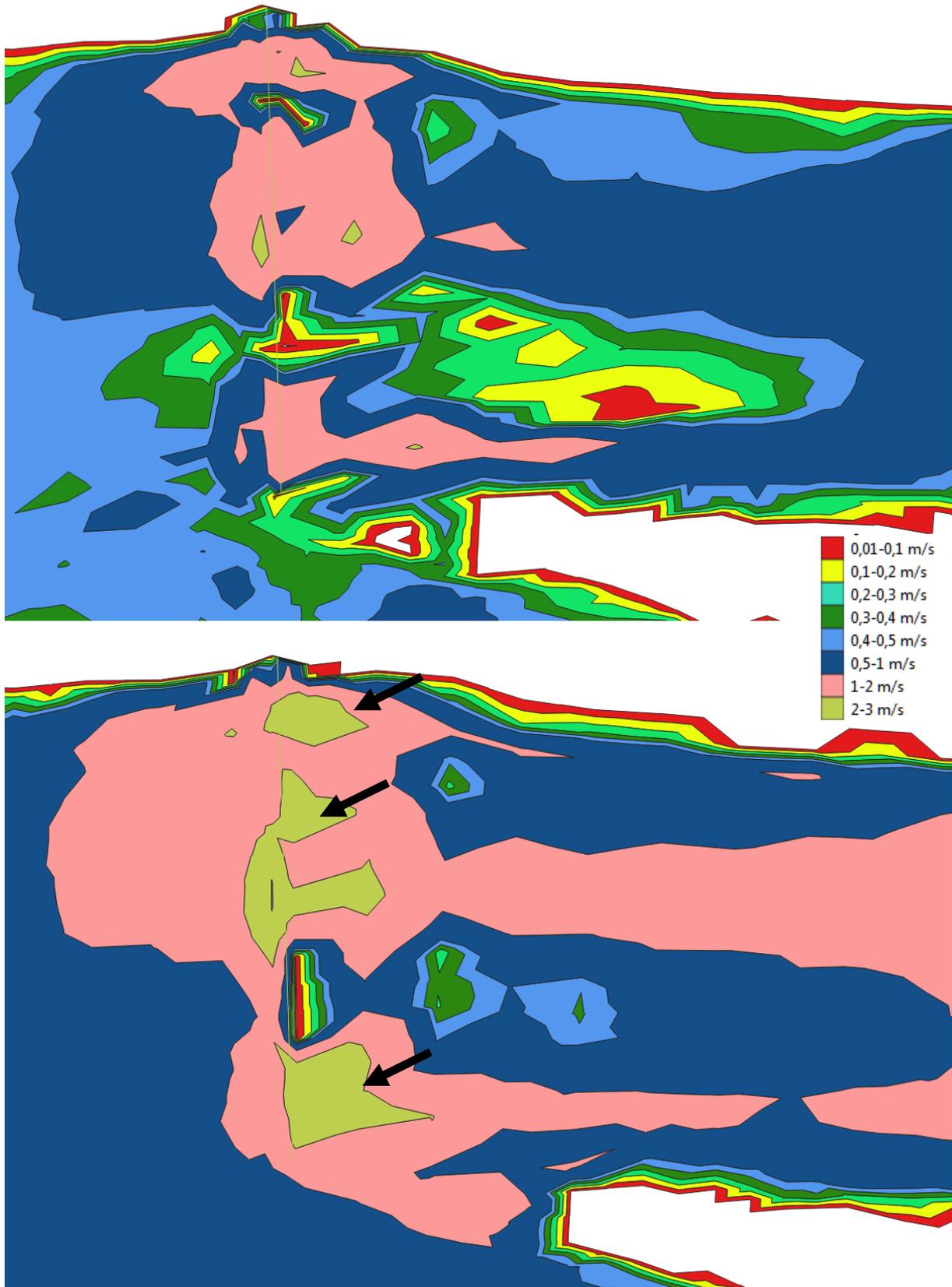


Abbildung 14: Wehr Ceršak mit Fließgeschwindigkeiten bei $Q_{95\%}$ (oben) und MQ (unten). Die Pfeile markieren den Wanderkorridor.

Wanderkorridor auf, der bei Durchfluss 1 (NQ_T) zumindest 0,41 m tief ist (Abbildung 11). Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) erreicht die Wassertiefe in diesem Korridor bereits $\geq 0,51$ m, er ist aber nach unten nun nicht mehr durchgängig. Dafür öffnet sich in Flussmitte eine zwar schmale Passage, die aber ebenfalls $\geq 0,51$ m tief ist (Abbildung 11). Weiters bildet sich entlang des orographisch linken Ufers ein weiterer und etwas breiterer Weg, der zumindest $\geq 0,31$ m tief und somit durchgängig ist. Bei steigender Wasserführung (Durchfluss 3, $Q_{95\%}$) bleibt nur noch der linksufrige Durchgang, der zumindest 0,3-0,4 m tief ist (Abbildung 12). Bei Durchfluss 4 (MQ) ist die Passage über das Wehr von der Wassertiefe her leicht möglich (Abbildung 12). Aufgrund der auftretenden Turbulenzen wurden diese Wassertiefen mittels Single-Beam-Sonar-Vermessung gewonnen und sind etwas ungenauer als die in der übrigen Fläche verwendeten Multi-Beam-Sonar-Aufnahmen (Lugitsch und Partner Ziviltechniker GmbH & Mensuras d.o.o. 2020).

Aus dem Modell geht nicht klar hervor, ob ein Sohlanschluss existiert, der die Passage für Kleinfische ermöglicht oder erleichtert. Allerdings wandern schwimmschwächere Fische ohnehin nicht bei hohen Wasserführungen.

Die maximalen Fließgeschwindigkeiten in den Passagen über das Wehr erreichen bei Durchfluss 1 (NQ_T) ≥ 1 m/s und bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) in weiten Flächen ebenfalls ≥ 1 m/s bis lokal sogar ≥ 2 m/s (Abbildung 13). Bei Durchfluss 3 ($Q_{95\%}$) präsentiert sich ein ganz ähnliches Bild und bei Durchfluss 4 (MQ) treten bereits maximale Fließgeschwindigkeiten von 2-3 m/s auf (Abbildung 14). Dabei werden jedoch auch die Turbulenzen entsprechend hoch sein.

Da es sich beim Wehr Ceršak um ein künstliches Bauwerk handelt, ist die Passierbarkeit oder deren Einschränkung für Fische nicht restwasserbedingt sondern bauwerksbedingt. Für eine bessere Durchwanderbarkeit sind eventuell bauliche und/oder strukturelle Adaptierungen im Wanderkorridor an der Wehranlage erforderlich.

4.1.2. Untersuchungsstrecke Grenzmur

Die Seichtstellen werden im Abschnitt 1 (flussab des Wehres Ceršak) durch je eine ausgeprägte riegel- oder schwellenartige Querstruktur im oberen und unteren Sektor gebildet, die im Orthofoto und im digitalen Modell gut aufzulösen sind (Abbildung 11). Beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) beträgt die Maximaltiefe im Abschnitt 1 im pessimalen Profil 4 mindestens 0,31 m und erreicht bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) bereits mindestens 0,41 m (Abbildungen 15, 16; Tabelle 3). Das Profil 4 befindet sich im unteren Teil des Abschnittes 1 (Abbildung 15). In der oberen Teilstrecke ist die Maximaltiefe bei Durchfluss 1 (NQ_T) um mindestens 0,1 m größer und erreicht $\geq 0,41$ m (Profile 9, 8; Abbildung 15, Tabelle 3). Im Profil 9 ist der Korridor mit einer Wassertiefe von 0,41 m jedoch ziemlich schmal. Die Rinne mit einer Tiefe von $\geq 0,31$ m ist entsprechend breiter. Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) sind die Maximaltiefen in beiden Teilstrecken gleich groß ($\geq 0,41$ m). Die größte Maximaltiefe beträgt bei Durchfluss 1 (NQ_T) in beiden Sektionen mindestens 1,01 m (Abbildung 15, Tabelle 3).

Der Abschnitt 2 oberhalb der Lichendorfer Mühle ist eine breite und daher durchgehend seichte Strecke (Abbildung 17). Das digitale Modell zeigt hier eine schräg verlaufende Flachstelle, die im Übergang von zwei Tiefenrinnen liegt, die sich an den entgegengesetzten Ufern entlang ziehen (Abbildung 17). Typischerweise stellen solche Flachstellen lokale Geschiebeablagerungen dar, die nach einem Hochwasserereignis auch wieder umgelagert werden und verschwinden können. Diese Flachstelle, die sich im Wesentlichen über die Profile 16-12 erstreckt, beeinflusst die Durchgängigkeit des Wanderkorridors für aquatische Organismen. Zwar beträgt die Maximaltiefe beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) in allen Transekten dieser Untersuchungsstrecke mindestens 0,51 m, in der pessimalen Flachstelle ist sie aber mit mindestens 0,31 m erheblich geringer (Abbildung 17, Tabelle 4). Diese geringere Wassertiefe erfüllt jedoch die Vorgaben der QZV Ökologie, Anlage G. Für die ungehinderte Passage von Fischen ist es ausreichend, wenn nur eines dieser Profile an der Seichtstelle überquert wird. Unterhalb und oberhalb davon schließt jeweils eine tiefere Rinne an. Bei den Durchflüssen 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) erreicht die Wassertiefe auch in der pessimalen Flachstelle bereits mindestens 0,51 m, was darauf hinweist, dass die tatsächliche Tiefe auch bei NQ_T näher oder nahe an 0,40 m liegt (Abbildung 18, Tabelle 4).



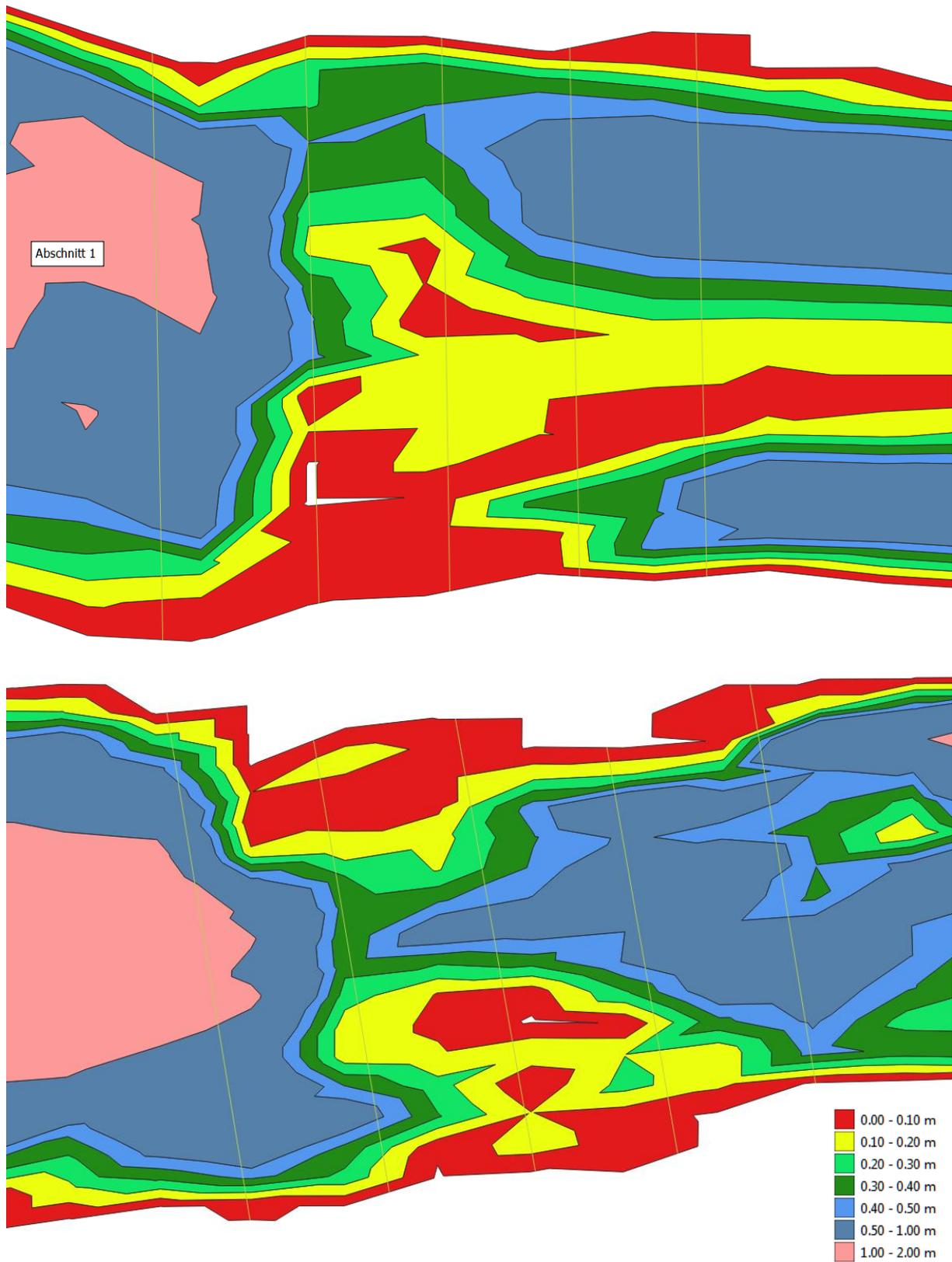


Abbildung 15: Lage des Untersuchungsabschnittes 1 und Wassertiefen bei NQ_T (zweigeteilt; oberer Abschnitt mit Profilen 10-6 jeweils oben, unterer Abschnitt mit Profilen 5-1 darunter).

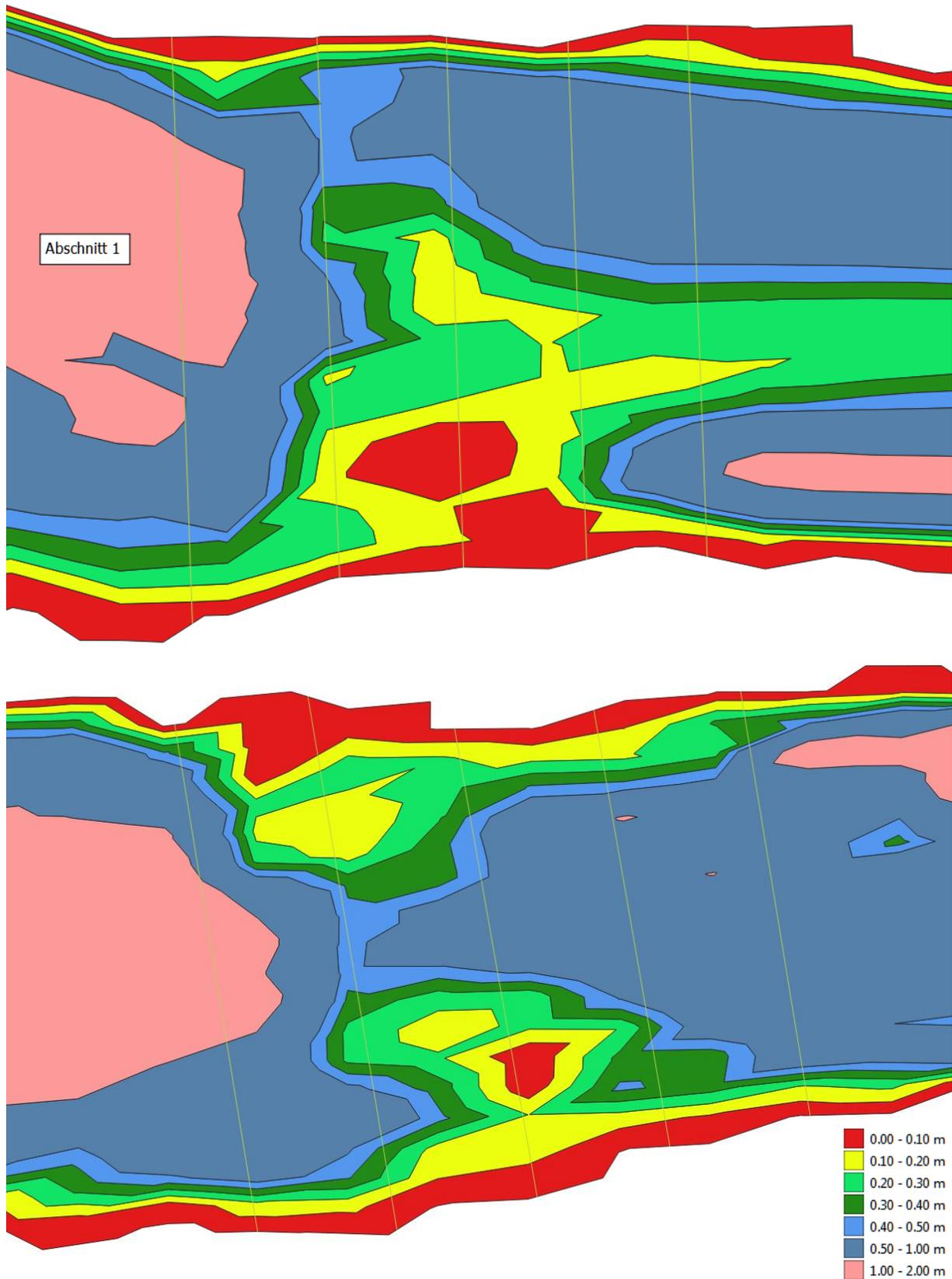


Abbildung 16: Wassertiefen im Untersuchungsabschnitt 1 bei $MJNQ_T$ (zweigeteilt; oberer Abschnitt mit Profilen 10-6 oben, unterer Abschnitt mit Profilen 5-1 unten).

Tabelle 3 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 10-1 im seichten Abschnitt 1 (zweigeteilt) flussab des Wehres Ceršak bei etwa Fluss-km 136,5 und 135,7 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T _{max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
10	NQ _T	1,01	1,0	61,67
10	MJNQ _T	1,01	1,0	65,07
10	Q _{95%}	1,01	1,0	66,07
10	MQ	1,01	1,0	72,11
9	NQ _T	0,41	2,0	59,61
9	MJNQ _T	0,41	2,0	59,94
9	Q _{95%}	0,51	2,0	60,00
9	MQ	0,51	3,0	67,07
8	NQ _T	0,41	2,0	58,14
8	MJNQ _T	0,51	2,0	58,80
8	Q _{95%}	0,51	2,0	58,90
8	MQ	1,01	3,0	60,04
7	NQ _T	0,51	1,0	55,55
7	MJNQ _T	0,51	2,0	57,45
7	Q _{95%}	0,51	2,0	57,59
7	MQ	1,01	3,0	63,09
6	NQ _T	0,51	1,0	57,10
6	MJNQ _T	0,51	2,0	58,92
6	Q _{95%}	0,51	2,0	59,05
6	MQ	1,01	2,0	66,26
5	NQ _T	1,01	0,5	67,31
5	MJNQ _T	1,01	0,5	69,08
5	Q _{95%}	1,01	1,0	69,14
5	MQ	1,01	1,0	72,98
4	NQ _T	0,31	2,0	59,99
4	MJNQ _T	0,41	2,0	72,69
4	Q _{95%}	0,41	2,0	74,39
4	MQ	0,51	2,0	74,76
3	NQ _T	0,51	2,0	60,14
3	MJNQ _T	0,51	2,0	63,87
3	Q _{95%}	0,51	2,0	64,83
3	MQ	1,01	2,0	72,36
2	NQ _T	0,51	1,0	53,96
2	MJNQ _T	0,51	1,0	59,51
2	Q _{95%}	1,01	1,0	59,98
2	MQ	1,01	1,0	73,47
1	NQ _T	0,51	1,0	52,84
1	MJNQ _T	0,51	1,0	57,77
1	Q _{95%}	0,51	1,0	61,13
1	MQ	1,01	1,0	71,49

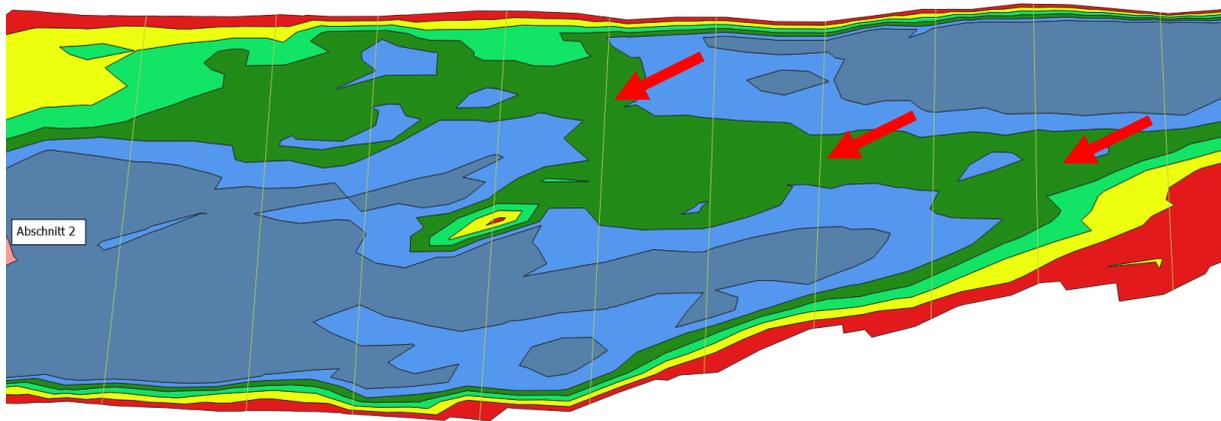


Abbildung 17: Lage des Untersuchungsabschnittes 2 (Profile 20-11) und Wassertiefen bei NQ_7 . Die Pfeile weisen auf die schräg verlaufende Flachstelle, die den Wanderkorridor einschränkt.

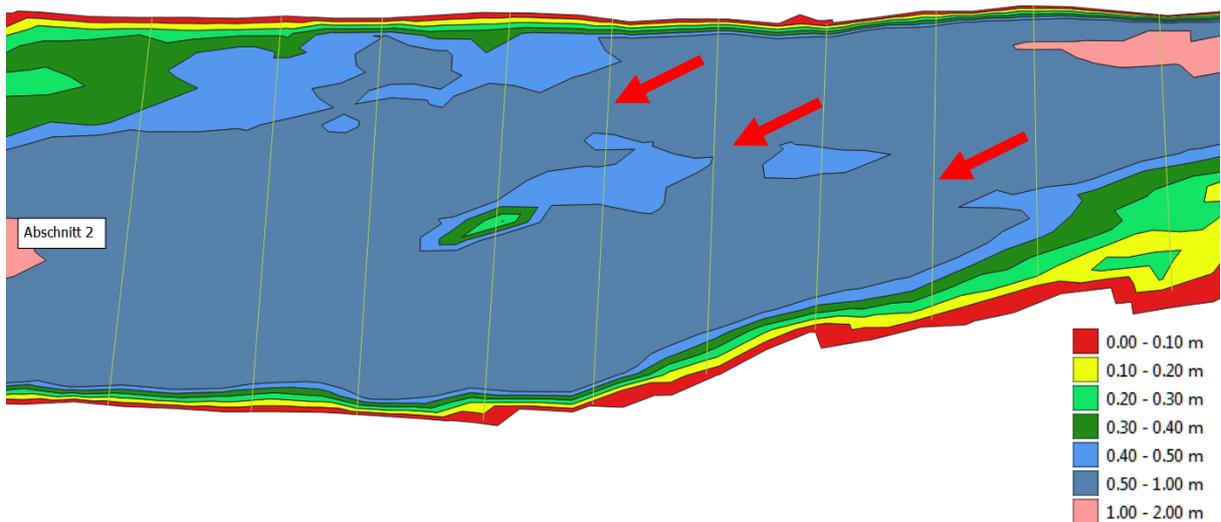


Abbildung 18: Wassertiefen im Untersuchungsabschnitt 2 (Profile 20-11) bei $MJNQ_7$. Die Pfeile weisen auf die schräg verlaufende Flachstelle (wahrscheinlich Geschiebeablagerung), die den Wanderkorridor beeinflusst.

Tabelle 4 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 20-11 im Abschnitt 2 bei etwa Fluss-km 134,0 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse). Geringere Tiefen in pessimalen Stellen sind gesondert angeführt.

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T _{max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
20	NQ _T	0,51	1,0	94,52
20	MJNQ _T	0,51	1,0	94,71
20	Q _{95%}	0,51	1,0	94,74
20	MQ	1,01	1,0	96,97
19	NQ _T	0,51	1,0	96,00
19	MJNQ _T	0,51	1,0	96,31
19	Q _{95%}	0,51	1,0	96,35
19	MQ	1,01	1,0	96,55
18	NQ _T	0,51	1,0	96,39
18	MJNQ _T	0,51	1,0	96,44
18	Q _{95%}	0,51	1,0	96,46
18	MQ	1,01	1,0	98,33
17	NQ _T	0,51	1,0	99,12
17	MJNQ _T	0,51	1,0	100,01
17	Q _{95%}	0,51	1,0	100,07
17	MQ	1,01	1,0	100,27
16	NQ _T	0,51 / 0,31	1,0	93,50
16	MJNQ _T	0,51	1,0	94,00
16	Q _{95%}	0,51	1,0	95,04
16	MQ	1,01	1,0	98,05
15	NQ _T	0,51 / 0,31	1,0	86,17
15	MJNQ _T	0,51	1,0	87,70
15	Q _{95%}	0,51	1,0	87,99
15	MQ	1,01	1,0	91,57
14	NQ _T	0,51 / 0,31	1,0	74,17
14	MJNQ _T	0,51	1,0	75,80
14	Q _{95%}	0,51	1,0	80,55
14	MQ	1,01	2,0	91,32
13	NQ _T	0,51 / 0,31	1,0	74,85
13	MJNQ _T	0,51	1,0	76,59
13	Q _{95%}	0,51	1,0	76,84
13	MQ	1,01	2,0	86,60
12	NQ _T	0,51 / 0,31	1,0	67,56
12	MJNQ _T	1,01	1,0	72,07
12	Q _{95%}	1,01	1,0	72,02
12	MQ	1,01	2,0	84,50
11	NQ _T	0,51	2,0	67,03
11	MJNQ _T	1,01	2,0	71,15
11	Q _{95%}	1,01	2,0	72,23
11	MQ	1,01	2,0	83,16

Der Untersuchungsabschnitt 3 (oberhalb von Weitersfeld an der Mur) stellt eine Flachstelle dar, die sich nach flussabwärts etwas verschmälert und anschließend wieder in eine tiefe Sektion übergeht (Abbildung 19). Entsprechend der Wassertiefe sind die Profile 27 und 25-23 die pessimalen. Beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) erreicht die Wassertiefe hier mindestens 0,51 m (Abbildung 19, Tabelle 5). Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) nimmt die Tiefe in vielen Querprofilen bereits merklich zu (Tabelle 5).

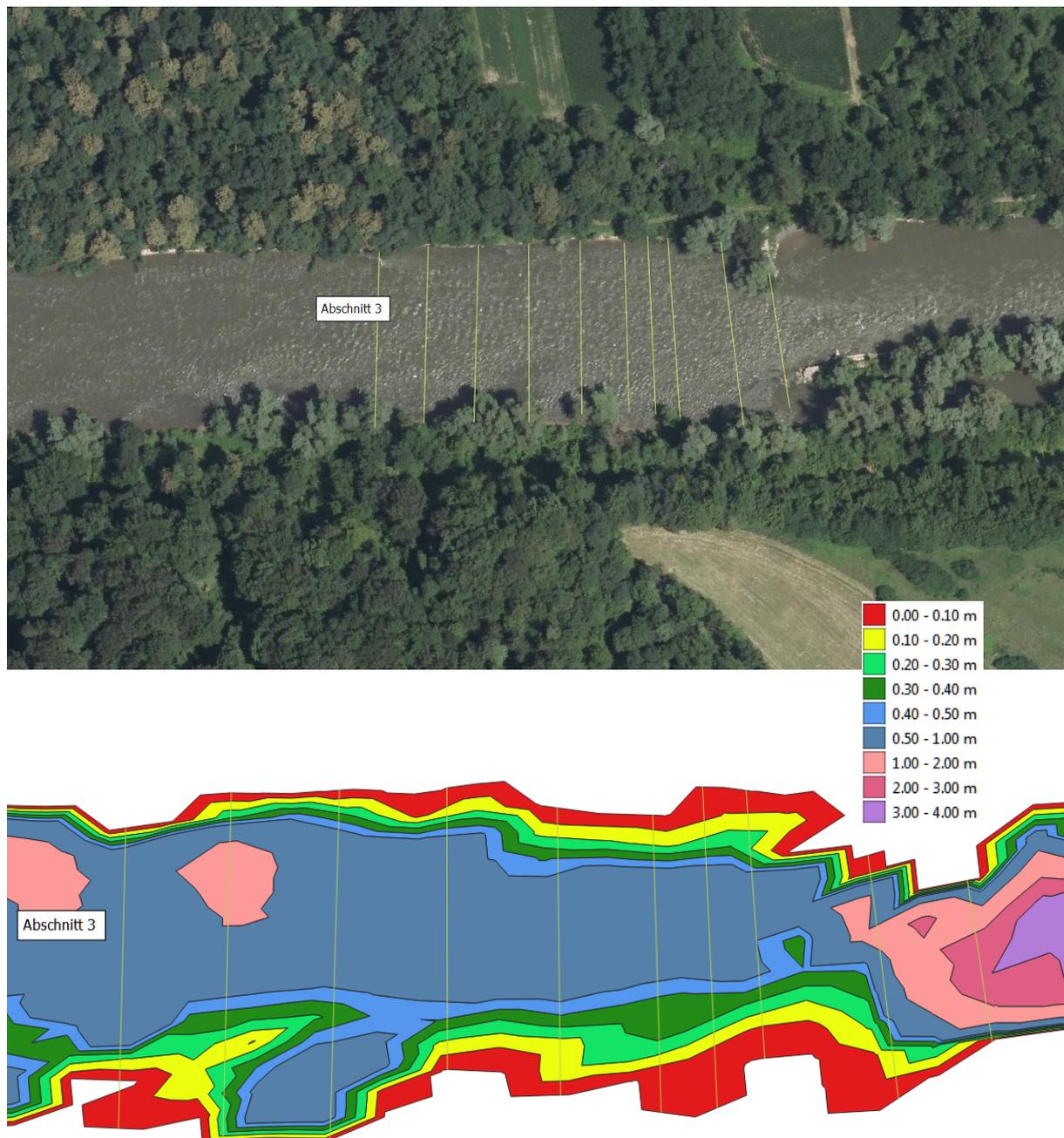


Abbildung 19: Lage des Untersuchungsabschnittes 3 (Profile 30-21) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 5 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 30-21 im seichten Abschnitt 3 bei etwa Fluss-km 132,3 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T _{max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
30	NQ _T	0,51	1,0	56,52
30	MJNQ _T	1,01	1,0	68,16
30	Q _{95%}	1,01	1,0	68,50
30	MQ	1,01	2,0	73,27
29	NQ _T	1,01	1,0	68,32
29	MJNQ _T	1,01	1,0	70,94
29	Q _{95%}	1,01	1,0	71,11
29	MQ	1,01	2,0	73,24
28	NQ _T	0,51	1,0	68,22
28	MJNQ _T	1,01	1,0	71,23
28	Q _{95%}	1,01	1,0	73,01
28	MQ	1,01	2,0	73,60
27	NQ _T	0,51	1,0	54,94
27	MJNQ _T	0,51	1,0	64,89
27	Q _{95%}	0,51	1,0	65,08
27	MQ	1,01	2,0	74,16
26	NQ _T	0,51	1,0	56,00
26	MJNQ _T	1,01	2,0	65,60
26	Q _{95%}	1,01	2,0	66,30
26	MQ	1,01	2,0	72,10
25	NQ _T	0,51	2,0	57,99
25	MJNQ _T	0,51	2,0	64,30
25	Q _{95%}	0,51	2,0	64,48
25	MQ	1,01	2,0	70,41
24	NQ _T	0,51	2,0	62,61
24	MJNQ _T	0,51	2,0	63,54
24	Q _{95%}	0,51	2,0	63,62
24	MQ	1,01	2,0	74,17
23	NQ _T	0,51	2,0	52,33
23	MJNQ _T	0,51	2,0	58,79
23	Q _{95%}	0,51	2,0	59,48
23	MQ	1,01	3,0	74,94
22	NQ _T	1,01	2,0	47,71
22	MJNQ _T	1,01	2,0	54,67
22	Q _{95%}	1,01	2,0	55,83
22	MQ	2,01	3,0	76,91
21	NQ _T	2,01	1,0	31,76
21	MJNQ _T	3,01	1,0	31,86
21	Q _{95%}	3,01	2,0	34,71
21	MQ	3,01	2,0	56,59

Der Abschnitt 4 (flussab von Weitersfeld an der Mur) ist ebenfalls eine eher gleichmäßig seichte Strecke, die etwas breiter ist (Abbildung 20). Auffällige Seichtstellen fehlen. Der Wassertiefe bei den verschiedenen Durchflüssen zufolge sind die pessimistischen Stellen die Profile 40, 39, 37, 35, 34, 32, 31, die sich somit fast über den ganzen Streckenteil verteilen. Bei Durchfluss 1 (NQ_T) ergibt sich eine Wassertiefe von mindestens 0,51 m oder darüber (Tabelle 6). Bei den Durchflüssen 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) ist die Wassertiefe bereits etwas höher, unterscheidet sich jedoch zwischen diesen Durchflüssen praktisch nicht. Bei MQ (Durchfluss 4) nimmt die Wassertiefe naturgemäß erheblich zu (Tabelle 6).

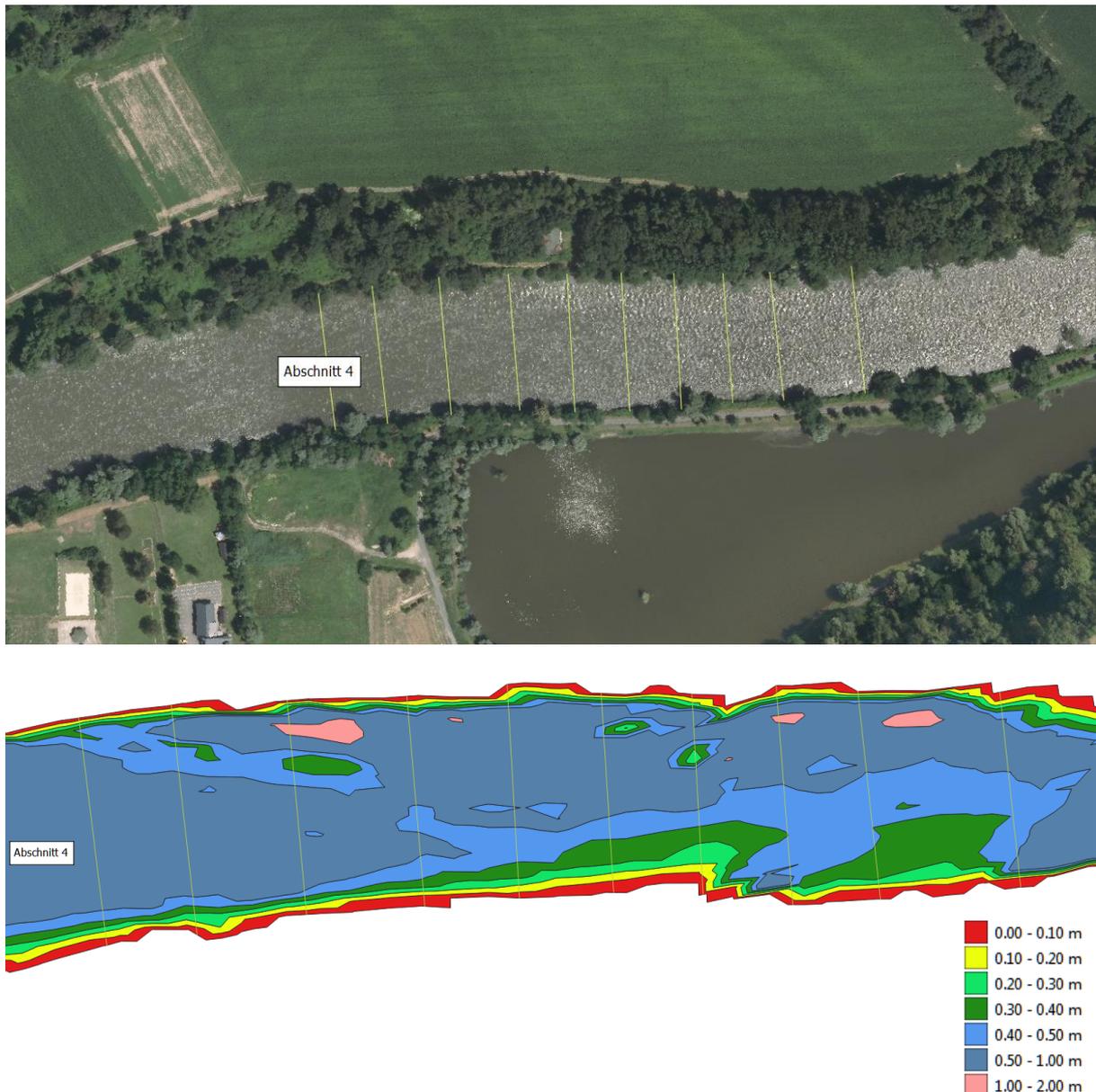


Abbildung 20: Lage des Untersuchungsabschnittes 4 (Profile 40-31) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 6 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 40-31 im seichten Abschnitt 4 bei etwa Fluss-km 129,6 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
40	NQ _T	0,51	0,5	80,73
40	MJNQ _T	0,51	1,0	81,94
40	Q _{95%}	0,51	1,0	82,79
40	MQ	1,01	1,0	83,12
39	NQ _T	0,51	1,0	81,41
39	MJNQ _T	0,51	1,0	83,42
39	Q _{95%}	0,51	1,0	83,55
39	MQ	1,01	1,0	83,79
38	NQ _T	1,01	1,0	75,68
38	MJNQ _T	1,01	1,0	78,81
38	Q _{95%}	1,01	1,0	79,38
38	MQ	1,01	1,0	83,72
37	NQ _T	0,51	1,0	74,26
37	MJNQ _T	0,51	1,0	76,25
37	Q _{95%}	0,51	1,0	76,67
37	MQ	1,01	1,0	82,70
36	NQ _T	0,51	1,0	75,46
36	MJNQ _T	1,01	1,0	79,24
36	Q _{95%}	1,01	1,0	79,50
36	MQ	1,01	1,0	83,68
35	NQ _T	0,51	1,0	70,32
35	MJNQ _T	0,51	1,0	71,81
35	Q _{95%}	0,51	1,0	75,14
35	MQ	1,01	2,0	83,92
34	NQ _T	0,51	1,0	70,74
34	MJNQ _T	0,51	1,0	78,11
34	Q _{95%}	0,51	1,0	79,33
34	MQ	1,01	2,0	82,53
33	NQ _T	1,01	1,0	77,44
33	MJNQ _T	1,01	1,0	77,57
33	Q _{95%}	1,01	1,0	77,59
33	MQ	1,01	1,0	78,49
32	NQ _T	0,51	1,0	73,66
32	MJNQ _T	0,51	1,0	74,42
32	Q _{95%}	0,51	1,0	74,49
32	MQ	1,01	1,0	78,08
31	NQ _T	0,51	1,0	69,07
31	MJNQ _T	0,51	1,0	73,13
31	Q _{95%}	0,51	1,0	73,31
31	MQ	1,01	1,0	77,27

Die Untersuchungsstrecke 5 (Mureck) präsentiert sich als flacherer Abschnitt, der orographisch linksufrig vermutlich durch eine Schotterbank deutlich eingeeengt ist. Daneben liegt eine tiefere Rinne (Abbildung 21). Die geringsten Wassertiefen treten daran flussabwärts anschließend in den Transekten 45-41 auf. Die Mindestwassertiefe erreicht oder übersteigt bei Durchfluss 1 (NQ_T) 0,51 m (Tabelle 7). Auch bei den Durchflüssen 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) liegt die Wassertiefe in diesen Profilen mit $\geq 0,51$ m in derselben Kategorie (Tabelle 7).

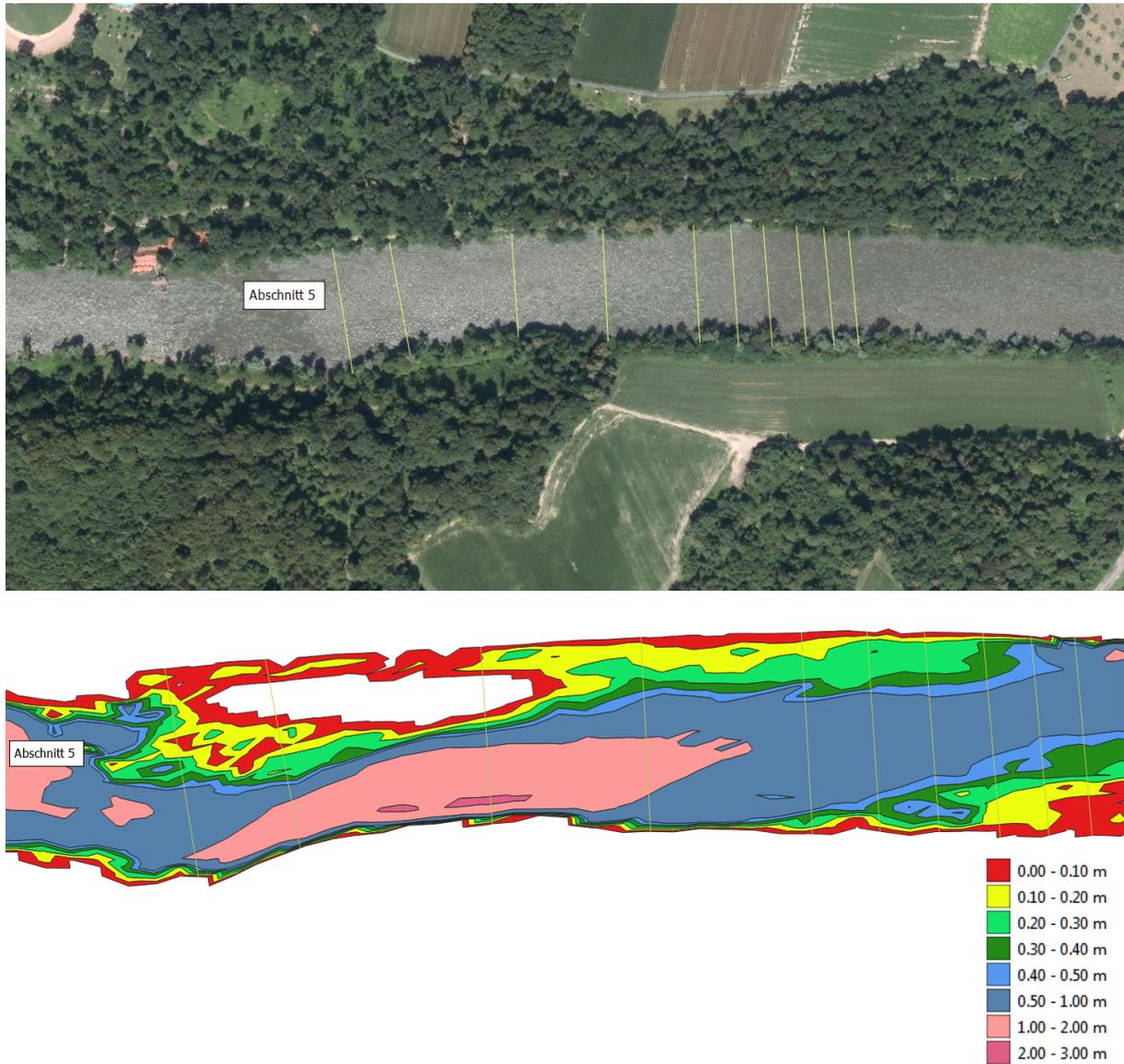


Abbildung 21: Lage des Untersuchungsabschnittes 5 (Profile 50-41) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 7 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 50-41 im seichten Abschnitt 5 bei etwa Fluss-km 127,2 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
50	NQ _T	1,01	1,0	95,40
50	MJNQ _T	1,01	1,0	99,38
50	Q _{95%}	1,01	1,0	99,64
50	MQ	1,01	1,0	101,30
49	NQ _T	1,01	1,0	71,46
49	MJNQ _T	2,01	1,0	75,37
49	Q _{95%}	2,01	1,0	81,77
49	MQ	2,01	1,0	90,42
48	NQ _T	2,01	0,5	63,40
48	MJNQ _T	2,01	1,0	74,77
48	Q _{95%}	2,01	1,0	78,03
48	MQ	2,01	1,0	81,97
47	NQ _T	1,01	0,5	88,03
47	MJNQ _T	1,01	1,0	88,17
47	Q _{95%}	1,01	1,0	88,19
47	MQ	1,01	1,0	89,77
46	NQ _T	0,51	0,5	91,23
46	MJNQ _T	1,01	1,0	91,77
46	Q _{95%}	1,01	1,0	91,90
46	MQ	1,01	1,0	94,08
45	NQ _T	0,51	1,0	90,50
45	MJNQ _T	0,51	1,0	92,74
45	Q _{95%}	0,51	1,0	92,79
45	MQ	1,01	1,0	97,06
44	NQ _T	0,51	1,0	90,60
44	MJNQ _T	0,51	1,0	92,57
44	Q _{95%}	0,51	1,0	92,78
44	MQ	1,01	1,0	96,83
43	NQ _T	0,51	1,0	92,62
43	MJNQ _T	0,51	1,0	93,69
43	Q _{95%}	0,51	1,0	95,48
43	MQ	1,01	1,0	95,99
42	NQ _T	0,51	1,0	90,50
42	MJNQ _T	0,51	1,0	91,89
42	Q _{95%}	0,51	1,0	92,28
42	MQ	1,01	1,0	93,98
41	NQ _T	0,51	1,0	89,99
41	MJNQ _T	0,51	1,0	90,86
41	Q _{95%}	0,51	1,0	90,92
41	MQ	1,01	1,0	91,14

Der Untersuchungsabschnitt 6 befindet sich bei Misselsdorf und enthält eine offensichtlich natürliche Sohlschwelle, die eine markante und eng begrenzte Seichtstelle darstellt (Abbildung 22). Diese erstreckt sich über das pessimale Profil 59. Von den untersuchten 100 Profilen ist dies das seichteste. Flussauf und flussab davon ist die Wassertiefe etwas oder erheblich größer. Dies zeigt auch die Auflösung der Wassertiefen im Zentimeterbereich (Abbildung 22).

Die Wassertiefe im pessimalen Profil 59 beträgt bei Durchfluss 1 (NQ_T , rund $37,95 \text{ m}^3/\text{s}$) $\geq 0,21 \text{ m}$, erreicht bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$, ca. $58,62 \text{ m}^3/\text{s}$) $0,30 \text{ m}$ und bei Durchfluss 3 ($Q_{95\%}$, ca. $65,6 \text{ m}^3/\text{s}$) $0,31 \text{ m}$ (Abbildung 22, Tabelle 8). Aus der Zunahme der Wassertiefe bei Durchfluss 2 und 3 würde sich aus einer linearen Extrapolation bei Durchfluss 1 eine Mindestwassertiefe im Profil 59 von rund $0,27 \text{ m}$ ergeben. Dies erscheint nach unseren Erfahrungen durchaus plausibel zu sein. In den weiteren Querprofilen dieses Abschnittes ist die Wassertiefe auch bei Durchfluss 1 (NQ_T) mit $\geq 0,51 \text{ m}$ bereits deutlich höher (Tabelle 8).

Der Abschnitt 7 (flussauf von Diepersdorf) stellt eine einigermaßen gleichförmige Flachstelle mit einheitlichen Wassertiefen dar (Abbildung 23). Die pessimalen Transekte sind 70, 66, 64-61. Bei Durchfluss 1 (NQ_T) errechnet das digitale Modell eine Mindestwassertiefe von $\geq 0,51 \text{ m}$ in allen untersuchten Transekten (Tabelle 9). Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) bleibt die Mindestwassertiefe in 60% der Profile in dieser Tiefenkategorie und geht nicht über $0,60 \text{ m}$ hinaus.

Auch die Untersuchungsabschnitte 8 (auf Höhe Diepersdorf) und 9 (flussab von Fluttendorf) sind einheitlich tief und breit, sodass es hier keine markanten Seichtstellen gibt (Abbildungen 24, 25). Die Wassertiefe erreicht oder übertrifft bei Durchfluss 1 (NQ_T) in diesen beiden Abschnitten jeweils in allen Transekten $0,51 \text{ m}$ und unterscheidet sich nicht wesentlich von den Verhältnissen bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) (Tabellen 10, 11).

Der Abschnitt 10 befindet sich mit einigem Abstand zu den anderen Untersuchungsstrecken nahe des flussabwärtigen Endes des Projektgebietes unmittelbar unterhalb von Bad Radkersburg (Abbildung 10). Die Strecke ist ebenfalls einheitlich tief, schließt jedoch am flussabwärtigen Ende mit einer schräg zur Fließrichtung verlaufenden seichteren und schwellenartigen Stelle ab (Abbildung 26). In dieser Struktur befindet sich das pessimale Profil 93, das bei Durchfluss 1 (NQ_T) im Wanderkorridor eine maximale Wassertiefe von $\geq 0,41 \text{ m}$ aufweist (Tabelle 12). In ufernahen Bereichen ist die Wassertiefe jedoch etwas größer. Hier ist jedoch kein zusammenhängender tieferer Wanderkorridor nach flussaufwärts gegeben. Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) ergibt sich im digitalen Modell für diese Stelle und die weiteren Transekte dieses Abschnittes eine Maximaltiefe von mindestens $0,51 \text{ m}$ (Tabelle 12).

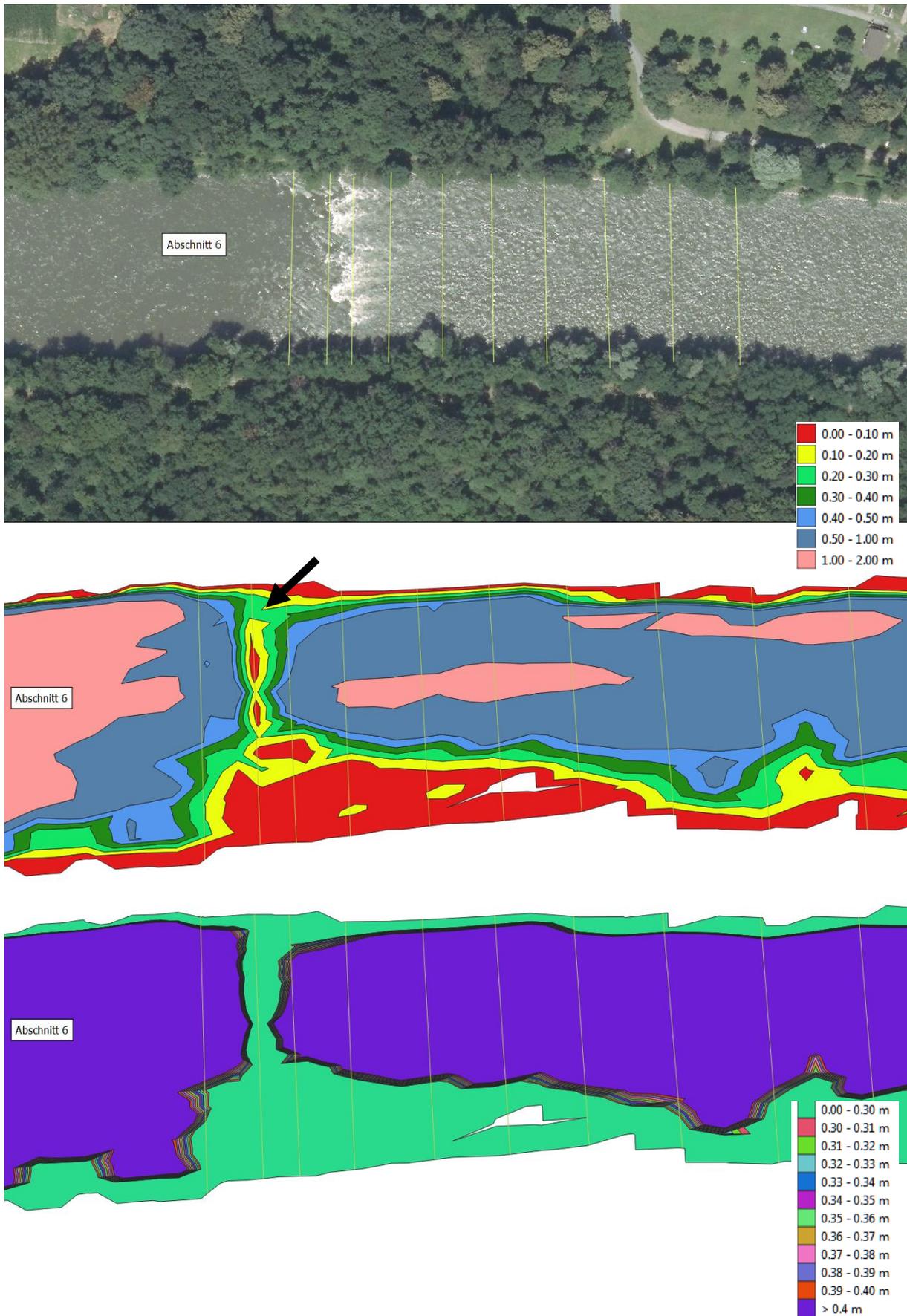


Abbildung 22: Lage des Untersuchungsabschnittes 6 (Profile 60-51) und Wassertiefen bei NQ_T (Tiefenauflösung 10 cm Mitte, 1 cm unten). Der Pfeil markiert den Wanderkorridor.

Tabelle 8 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 60-51 im pessimalen Abschnitt 6 bei etwa Fluss-km 125,0 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T _{max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
60	NQ _T	0,51	1,0	72,06
60	MJNQ _T	0,51	1,0	75,07
60	Q _{95%}	0,51	1,0	75,21
60	MQ	1,01	2,0	75,51
59	NQ _T	0,27	2,0	68,87
59	MJNQ _T	0,30	2,0	72,72
59	Q _{95%}	0,31	3,0	72,99
59	MQ	0,51	4,0	73,98
58	NQ _T	0,51	2,0	68,13
58	MJNQ _T	0,51	2,0	71,08
58	Q _{95%}	0,51	2,0	71,02
58	MQ	1,01	3,0	73,08
57	NQ _T	1,01	2,0	64,64
57	MJNQ _T	1,01	2,0	65,55
57	Q _{95%}	1,01	2,0	69,03
57	MQ	1,01	2,0	73,76
56	NQ _T	1,01	1,0	62,59
56	MJNQ _T	1,01	2,0	64,14
56	Q _{95%}	1,01	2,0	63,11
56	MQ	1,01	2,0	70,98
55	NQ _T	1,01	1,0	59,23
55	MJNQ _T	1,01	1,0	69,80
55	Q _{95%}	1,01	1,0	70,42
55	MQ	2,01	2,0	73,11
54	NQ _T	1,01	1,0	59,71
54	MJNQ _T	1,01	1,0	63,26
54	Q _{95%}	1,01	1,0	64,09
54	MQ	2,01	2,0	72,23
53	NQ _T	1,01	1,0	61,41
53	MJNQ _T	1,01	1,0	65,69
53	Q _{95%}	1,01	1,0	66,15
53	MQ	1,01	2,0	73,95
52	NQ _T	1,01	1,0	64,00
52	MJNQ _T	1,01	1,0	68,61
52	Q _{95%}	1,01	1,0	68,79
52	MQ	1,01	2,0	69,08
51	NQ _T	1,01	1,0	64,20
51	MJNQ _T	1,01	1,0	68,21
51	Q _{95%}	1,01	1,0	68,41
51	MQ	2,01	2,0	68,68

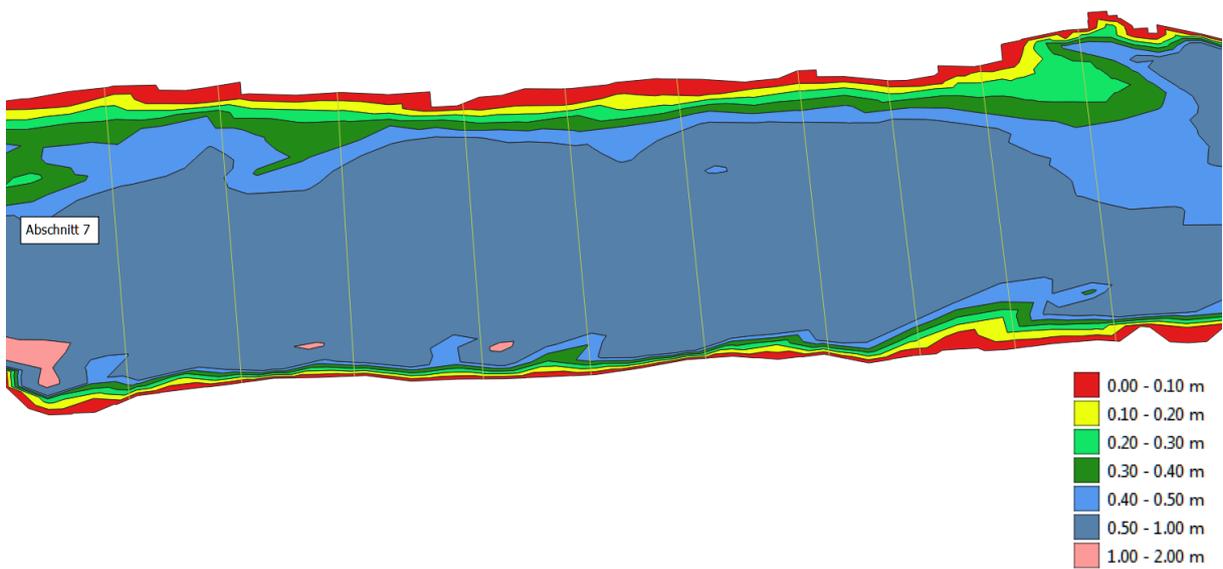
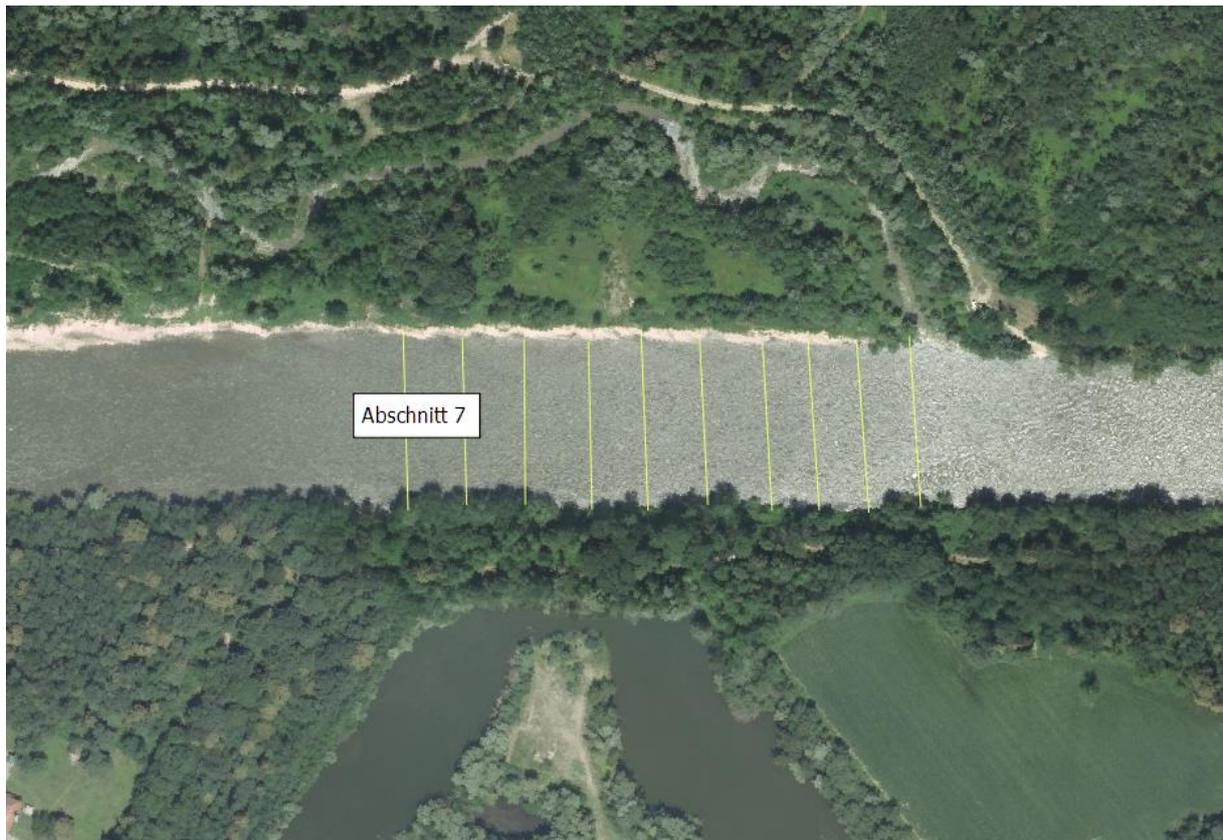


Abbildung 23: Lage des Untersuchungsabschnittes 7 (Profile 70-61) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 9 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 70-61 im seichten Abschnitt 7 bei etwa Fluss-km 122,9 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
70	NQ _T	0,51	1,0	82,21
70	MJNQ _T	0,51	1,0	85,81
70	Q _{95%}	0,51	1,0	86,25
70	MQ	1,01	1,0	90,51
69	NQ _T	0,51	1,0	78,42
69	MJNQ _T	1,01	1,0	79,14
69	Q _{95%}	1,01	1,0	79,17
69	MQ	1,01	1,0	84,84
68	NQ _T	0,51	1,0	74,74
68	MJNQ _T	1,01	1,0	78,80
68	Q _{95%}	1,01	1,0	78,90
68	MQ	1,01	1,0	83,23
67	NQ _T	0,51	1,0	72,69
67	MJNQ _T	1,01	1,0	79,57
67	Q _{95%}	1,01	1,0	80,20
67	MQ	1,01	1,0	84,83
66	NQ _T	0,51	1,0	75,62
66	MJNQ _T	0,51	1,0	79,82
66	Q _{95%}	0,51	1,0	80,19
66	MQ	1,01	1,0	89,13
65	NQ _T	0,51	1,0	73,89
65	MJNQ _T	1,01	1,0	77,97
65	Q _{95%}	1,01	1,0	78,24
65	MQ	1,01	1,0	84,79
64	NQ _T	0,51	1,0	75,31
64	MJNQ _T	0,51	1,0	77,46
64	Q _{95%}	0,51	1,0	77,51
64	MQ	1,01	1,0	83,63
63	NQ _T	0,51	1,0	72,77
63	MJNQ _T	0,51	1,0	77,22
63	Q _{95%}	0,51	1,0	77,37
63	MQ	1,01	1,0	87,19
62	NQ _T	0,51	1,0	74,97
62	MJNQ _T	0,51	1,0	77,31
62	Q _{95%}	0,51	1,0	79,31
62	MQ	1,01	1,0	86,37
61	NQ _T	0,51	1,0	82,64
61	MJNQ _T	0,51	1,0	82,73
61	Q _{95%}	0,51	1,0	82,74
61	MQ	1,01	1,0	86,18

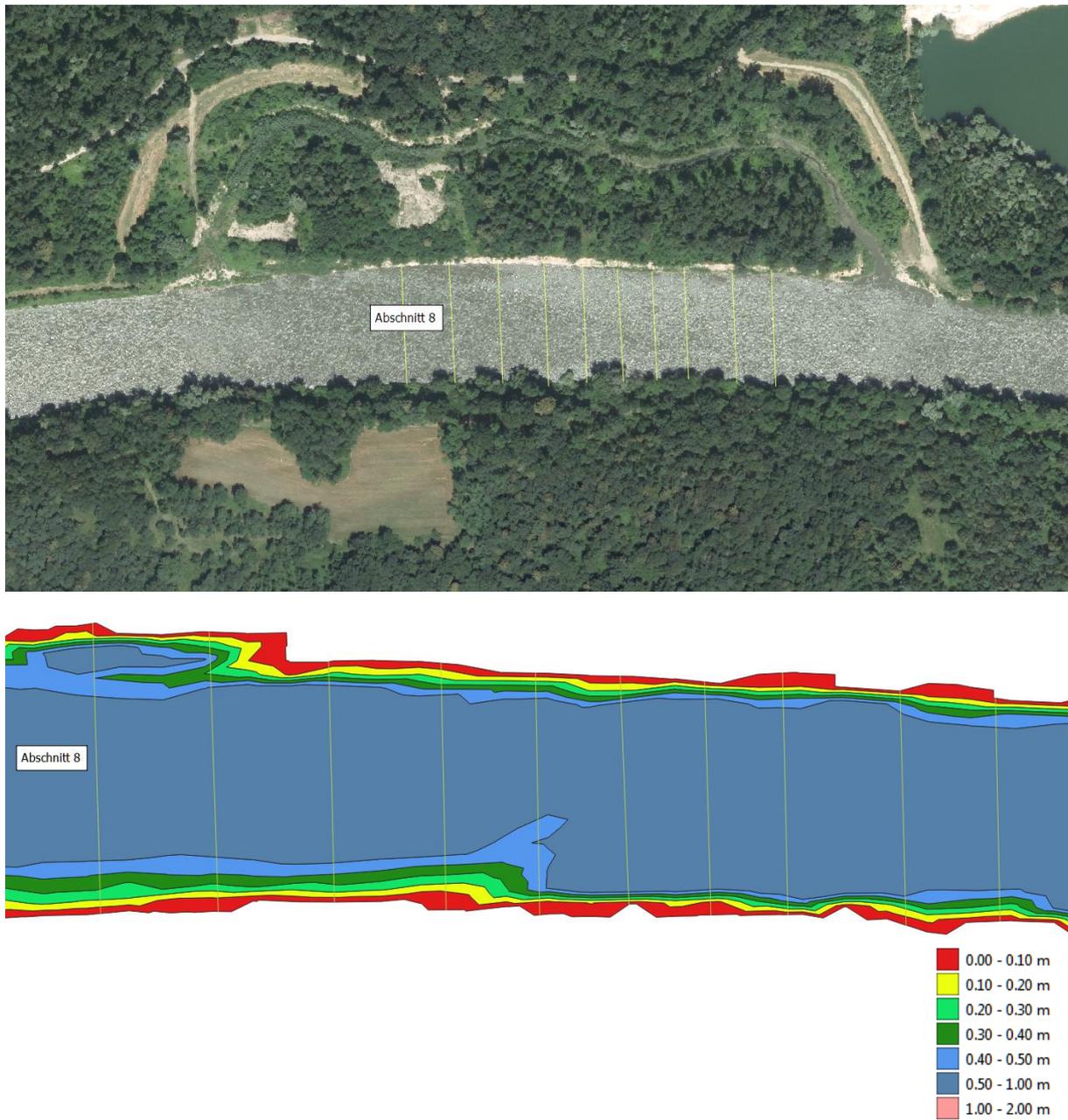


Abbildung 24: Lage des Untersuchungsabschnittes 8 (Profile 80-71) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 10 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 80-71 im seichten Abschnitt 8 bei etwa Fluss-km 121,9 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
80	NQ _T	0,51	1,0	83,25
80	MJNQ _T	0,51	1,0	83,46
80	Q _{95%}	0,51	1,0	83,48
80	MQ	1,01	1,0	84,29
79	NQ _T	0,51	1,0	80,28
79	MJNQ _T	0,51	1,0	80,71
79	Q _{95%}	0,51	1,0	80,75
79	MQ	1,01	1,0	84,86
78	NQ _T	0,51	1,0	68,97
78	MJNQ _T	0,51	1,0	79,78
78	Q _{95%}	0,51	1,0	80,15
78	MQ	1,01	1,0	85,77
77	NQ _T	0,51	1,0	70,82
77	MJNQ _T	0,51	1,0	75,70
77	Q _{95%}	0,51	1,0	79,23
77	MQ	1,01	1,0	88,03
76	NQ _T	0,51	1,0	69,43
76	MJNQ _T	0,51	1,0	78,66
76	Q _{95%}	0,51	1,0	74,92
76	MQ	1,01	1,0	83,18
75	NQ _T	0,51	1,0	65,55
75	MJNQ _T	0,51	1,0	69,48
75	Q _{95%}	0,51	1,0	72,85
75	MQ	1,01	1,0	78,67
74	NQ _T	0,51	1,0	66,92
74	MJNQ _T	0,51	1,0	70,81
74	Q _{95%}	0,51	1,0	71,28
74	MQ	1,01	1,0	75,90
73	NQ _T	0,51	1,0	69,38
73	MJNQ _T	0,51	1,0	69,75
73	Q _{95%}	0,51	1,0	69,78
73	MQ	1,01	1,0	77,58
72	NQ _T	0,51	1,0	67,30
72	MJNQ _T	0,51	1,0	71,28
72	Q _{95%}	0,51	1,0	71,39
72	MQ	1,01	1,0	76,92
71	NQ _T	0,51	1,0	63,99
71	MJNQ _T	0,51	1,0	71,63
71	Q _{95%}	0,51	1,0	72,23
71	MQ	1,01	1,0	81,08

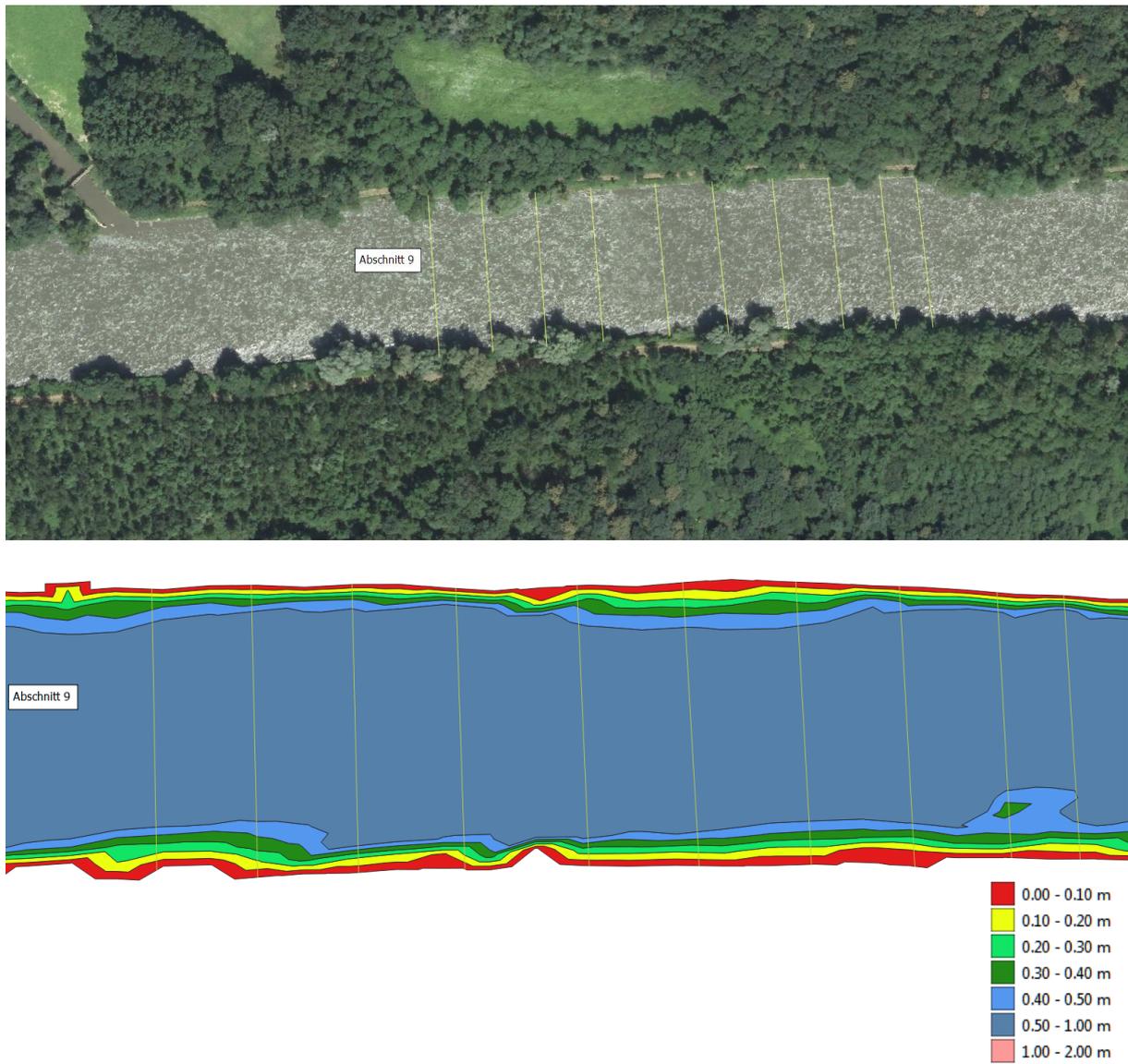


Abbildung 25: Lage des Untersuchungsabschnittes 9 (Profile 90-81) und Wassertiefen bei NQ_T .

Tabelle 11 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 90-81 im seichten Abschnitt 9 bei etwa Fluss-km 120,1 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
90	NQ _T	0,51	1,0	72,70
90	MJNQ _T	0,51	1,0	75,63
90	Q _{95%}	0,51	1,0	75,68
90	MQ	1,01	1,0	77,94
89	NQ _T	0,51	1,0	75,57
89	MJNQ _T	0,51	1,0	75,73
89	Q _{95%}	0,51	1,0	75,75
89	MQ	1,01	1,0	75,84
88	NQ _T	0,51	1,0	74,53
88	MJNQ _T	0,51	1,0	74,65
88	Q _{95%}	0,51	1,0	74,67
88	MQ	1,01	1,0	74,75
87	NQ _T	0,51	0,5	72,64
87	MJNQ _T	0,51	1,0	72,87
87	Q _{95%}	0,51	1,0	72,90
87	MQ	1,01	1,0	75,00
86	NQ _T	0,51	0,5	72,57
86	MJNQ _T	0,51	1,0	72,68
86	Q _{95%}	1,01	1,0	72,70
86	MQ	1,01	1,0	74,21
85	NQ _T	0,51	1,0	73,38
85	MJNQ _T	0,51	1,0	73,58
85	Q _{95%}	0,51	1,0	73,60
85	MQ	1,01	1,0	73,80
84	NQ _T	0,51	1,0	73,16
84	MJNQ _T	0,51	1,0	73,36
84	Q _{95%}	0,51	1,0	73,39
84	MQ	1,01	1,0	73,49
83	NQ _T	0,51	1,0	72,51
83	MJNQ _T	1,01	1,0	73,17
83	Q _{95%}	1,01	1,0	73,21
83	MQ	1,01	1,0	73,33
82	NQ _T	0,51	1,0	68,69
82	MJNQ _T	0,51	1,0	68,85
82	Q _{95%}	0,51	1,0	72,13
82	MQ	1,01	1,0	74,98
81	NQ _T	0,51	1,0	68,29
81	MJNQ _T	0,51	1,0	68,41
81	Q _{95%}	0,51	1,0	70,97
81	MQ	1,01	1,0	72,47

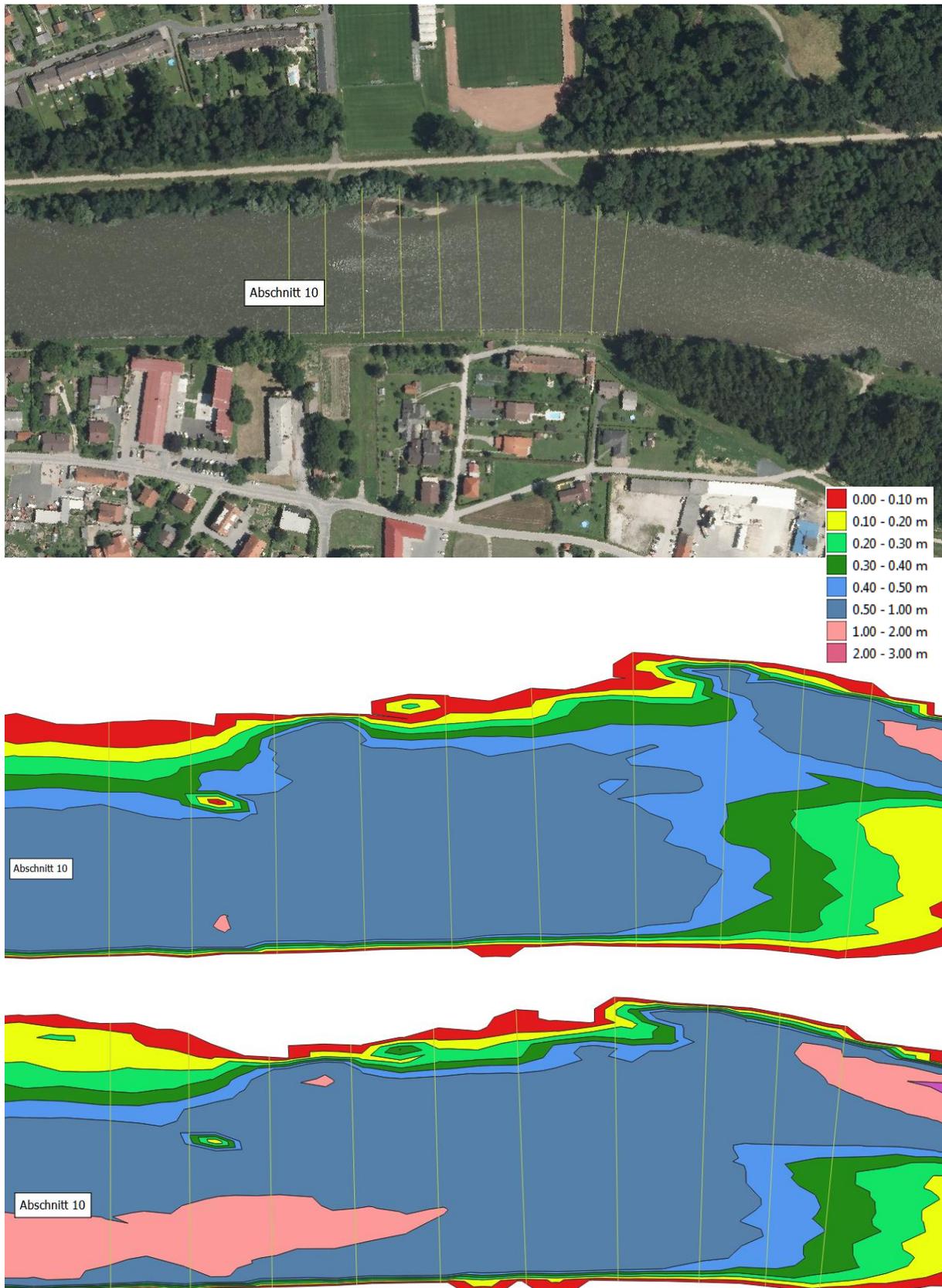


Abbildung 26: Lage des Untersuchungsabschnittes 10 (Profile 100-91) und Wassertiefen bei NQ_T (Mitte) und $MJNQ_T$ (unten).

Tabelle 12 - Morphologische Parameter in den Querprofilen 100-91 im seichten Abschnitt 10 etwa bei Fluss-km 108,6 bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Profil	Durchfluss Q	Maximale Tiefe T_{\max} (m)	Max. Fließge- schwindigkeit (m/s)	Benetzte Breite (m)
100	NQ _T	0,51	1,0	71,37
100	MJNQ _T	1,01	1,0	84,48
100	Q _{95%}	1,01	1,0	84,80
100	MQ	1,01	1,0	92,29
99	NQ _T	0,51	1,0	71,55
99	MJNQ _T	1,01	1,0	81,50
99	Q _{95%}	1,01	1,0	83,35
99	MQ	1,01	1,0	89,36
98	NQ _T	0,51	1,0	72,83
98	MJNQ _T	1,01	1,0	72,96
98	Q _{95%}	1,01	1,0	72,98
98	MQ	1,01	1,0	102,92
97	NQ _T	0,51	1,0	72,11
97	MJNQ _T	1,01	1,0	75,93
97	Q _{95%}	1,01	1,0	75,99
97	MQ	1,01	1,0	92,70
96	NQ _T	0,51	1,0	77,27
96	MJNQ _T	1,01	1,0	80,36
96	Q _{95%}	1,01	1,0	80,54
96	MQ	1,01	1,0	90,97
95	NQ _T	0,51	1,0	78,85
95	MJNQ _T	0,51	1,0	87,04
95	Q _{95%}	0,51	1,0	88,45
95	MQ	1,01	1,0	95,97
94	NQ _T	0,51	1,0	89,71
94	MJNQ _T	0,51	1,0	89,86
94	Q _{95%}	0,51	1,0	89,88
94	MQ	1,01	1,0	95,99
93	NQ _T	0,41	1,0	87,91
93	MJNQ _T	0,51	1,0	87,96
93	Q _{95%}	0,51	1,0	87,97
93	MQ	1,01	1,0	91,97
92	NQ _T	0,51	1,0	86,50
92	MJNQ _T	0,51	1,0	86,66
92	Q _{95%}	0,51	1,0	86,73
92	MQ	1,01	1,0	88,78
91	NQ _T	0,51	1,0	84,21
91	MJNQ _T	1,01	1,0	84,72
91	Q _{95%}	1,01	1,0	84,77
91	MQ	1,01	1,0	84,93

4.2. Wassertiefe im Talweg

Anmerkung: Da die Wassertiefe in den einzelnen Querprofilen im digitalen Modell nur in Klassen angegeben ist und für den konkreten Tiefenwert jeweils der niedrigste Wert der Klasse verwendet wurde, kann die tatsächliche Tiefe im Talweg um bis zu 0,09 m größer sein.

Beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) beträgt die Tiefe im Talweg zum Erhalt des Lebensraumes in den einzelnen Abschnitten zwischen 0,49 m und 0,83 m (Abbildung 27, Tabelle 13). Der seichteste Talweg befindet sich im Abschnitt 2 und der tiefste in Strecke 6 bei Misselsdorf trotz der dort situierten natürlichen und sehr seichten Schwelle. Poolt man alle Profile der 10 Abschnitte, ergibt sich bei dieser Wasserführung ein Talweg von 0,61 m (Tabelle 13). Der von der QZV Ökologie geforderte Wert von 0,40 m wird somit in allen Abschnitten und auch insgesamt merklich übertroffen.

Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) ist die Tiefe im Talweg im gesamten Durchschnitt bereits erheblich, d.h. um 0,12 m und 0,13 m, größer (Tabelle 13). Bei Durchfluss 4 (MQ) erreicht die Tiefe im Talweg insgesamt 1,08 m, wobei die Schwankungsbreite in den einzelnen Teilabschnitten zwischen 0,91-1,31 m beträgt. Die Verhältnisse im Wanderkorridor der einzelnen Abschnitte bei den vier Durchflüssen zeigen die Abbildungen 28-37. Die Tiefe variiert in den einzelnen Abschnitten zwischen den Einzelprofilen nicht (Abschnitt 8) bis sehr stark (Abschnitt 3; Abbildungen 28-37, Tabelle 13).

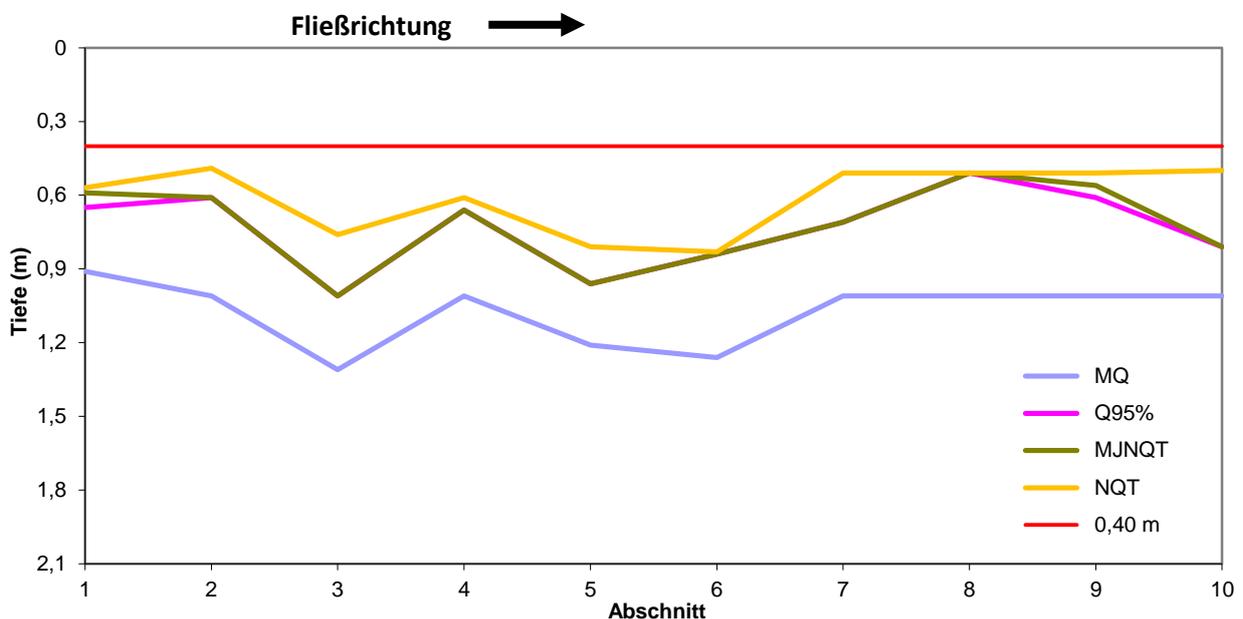


Abbildung 27: Wassertiefe im Talweg in den Untersuchungsabschnitten 1-10 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

Tabelle 13 - Wassertiefe im Talweg (T_{LR}) in den Abschnitten 1-10 zwischen Fluss-km 137,509-103,920 und gesamt bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Abschnitt	Durchfluss Q	Tiefe (m)			Variationskoeffizient der Tiefe (%)	Anzahl der Profile (n)
		Mittlere (T_{LR})	Minimale (T_{min})	Maximale (T_{max})		
1	NQ _T	0,57	0,31	1,01	42,3	10
1	MJNQ _T	0,59	0,41	1,01	38,2	10
1	Q _{95%}	0,65	0,41	1,01	38,5	10
1	MQ	0,91	0,51	1,01	23,2	10
2	NQ _T	0,49	0,31	0,51	12,9	10
2	MJNQ _T	0,61	0,51	1,01	34,6	10
2	Q _{95%}	0,61	0,51	1,01	34,6	10
2	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
3	NQ _T	0,76	0,51	2,01	63,9	10
3	MJNQ _T	1,01	0,51	3,01	73,8	10
3	Q _{95%}	1,01	0,51	3,01	73,5	10
3	MQ	1,31	1,01	3,01	51,5	10
4	NQ _T	0,61	0,51	1,01	34,6	10
4	MJNQ _T	0,66	0,51	1,01	36,6	10
4	Q _{95%}	0,66	0,51	1,01	36,6	10
4	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
5	NQ _T	0,81	0,51	2,01	59,6	10
5	MJNQ _T	0,96	0,51	2,01	62,4	10
5	Q _{95%}	0,96	0,51	2,01	62,4	10
5	MQ	1,21	1,01	2,01	34,8	10
6	NQ _T	0,83	0,27	1,01	36,3	10
6	MJNQ _T	0,84	0,30	1,01	33,5	10
6	Q _{95%}	0,84	0,31	1,01	33,2	10
6	MQ	1,26	0,51	2,01	42,9	10
7	NQ _T	0,51	0,51	0,51	0,0	10
7	MJNQ _T	0,71	0,51	1,01	36,4	10
7	Q _{95%}	0,71	0,51	1,01	36,4	10
7	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
8	NQ _T	0,51	0,51	0,51	0,0	10
8	MJNQ _T	0,51	0,51	0,51	0,0	10
8	Q _{95%}	0,51	0,51	0,51	0,0	10
8	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
9	NQ _T	0,51	0,51	0,51	0,0	10
9	MJNQ _T	0,56	0,51	1,01	28,2	10
9	Q _{95%}	0,61	0,51	1,01	34,6	10
9	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
10	NQ _T	0,50	0,41	0,51	6,3	10
10	MJNQ _T	0,81	0,51	1,01	31,9	10
10	Q _{95%}	0,81	0,51	1,01	31,9	10
10	MQ	1,01	1,01	1,01	0,0	10
Gesamt	NQ _T	0,61			45,7	100
Gesamt	MJNQ _T	0,73			52,5	100
Gesamt	Q _{95%}	0,74			51,7	100
Gesamt	MQ	1,08			30,0	100

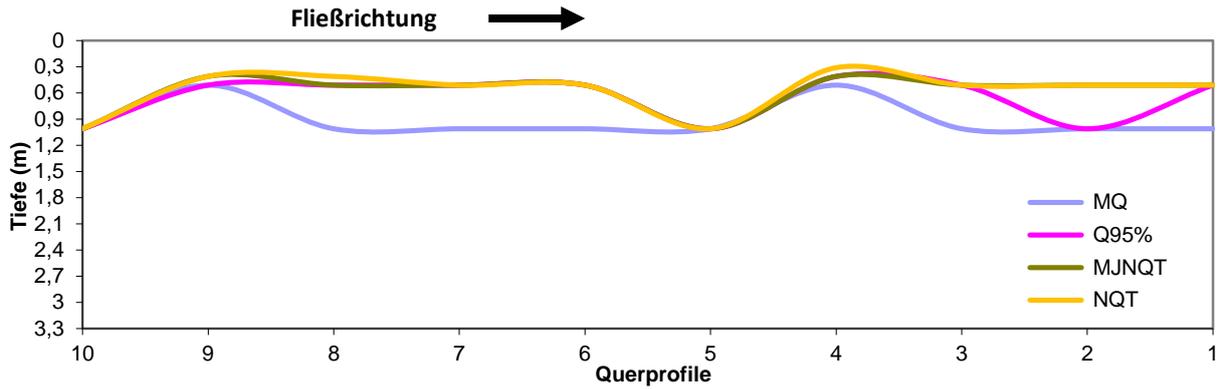


Abbildung 28: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 1 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

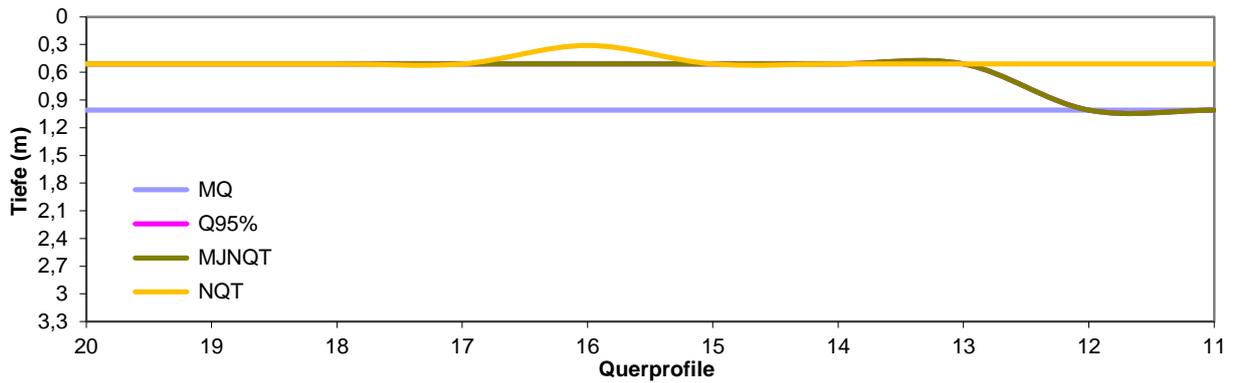


Abbildung 29: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 2 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

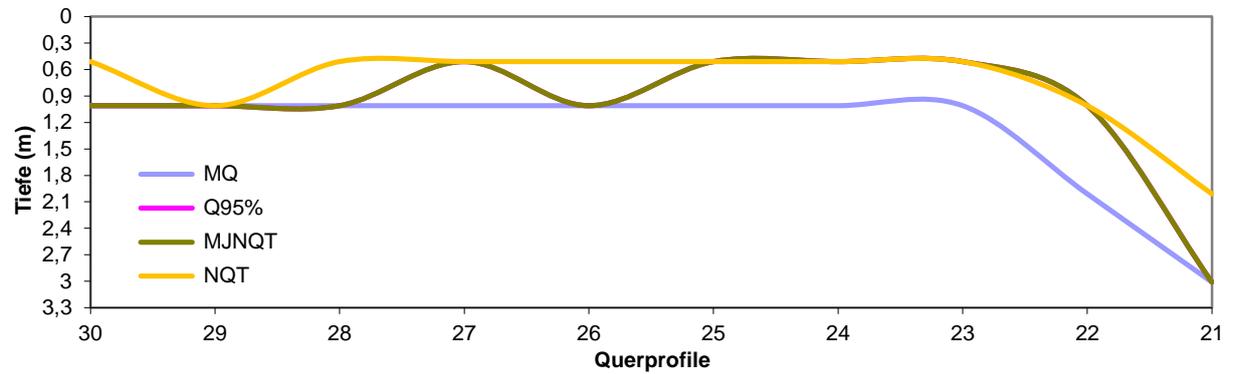


Abbildung 30: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 3 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

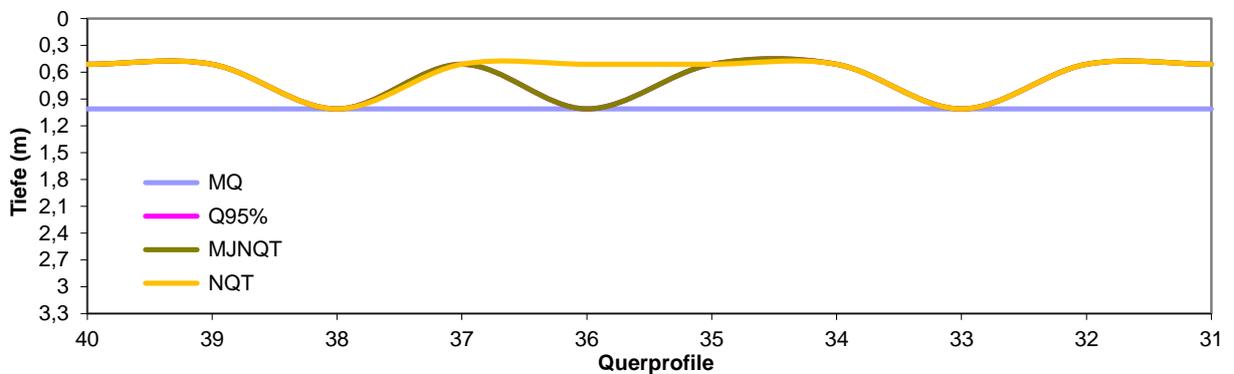


Abbildung 31: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 4 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

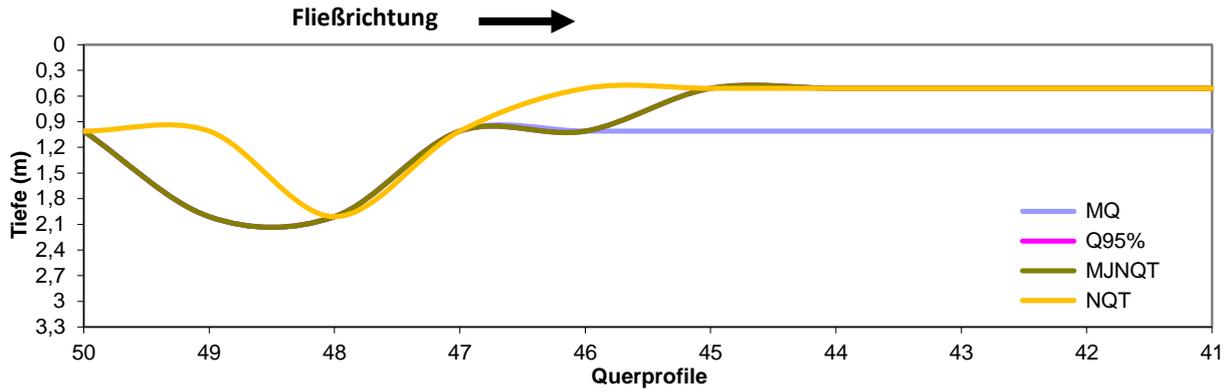


Abbildung 32: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 5 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

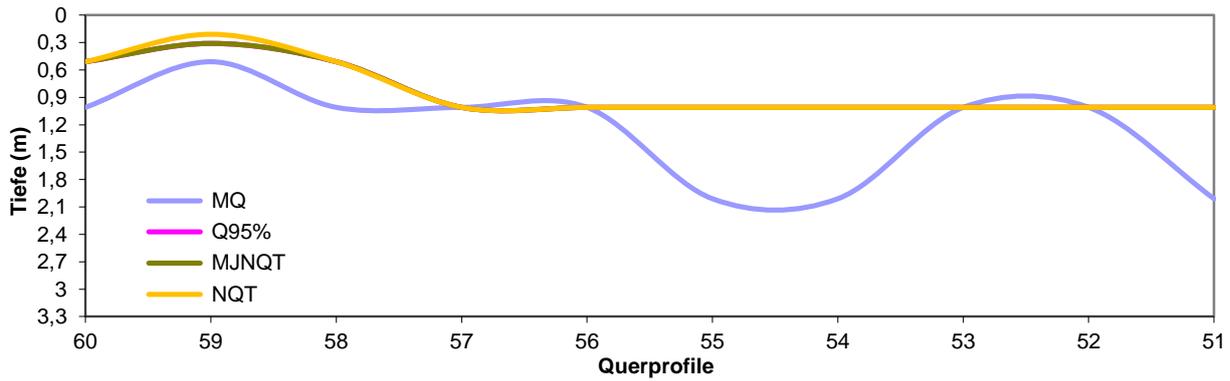


Abbildung 33: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 6 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

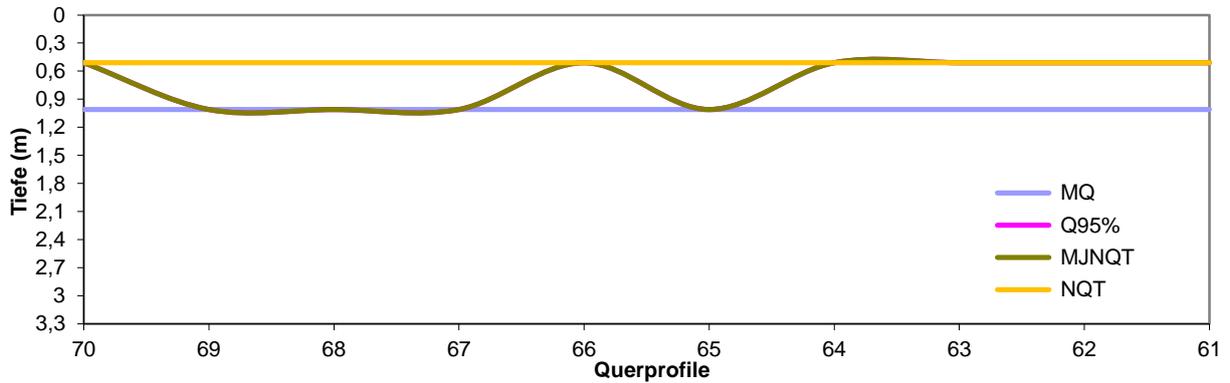


Abbildung 34: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 7 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

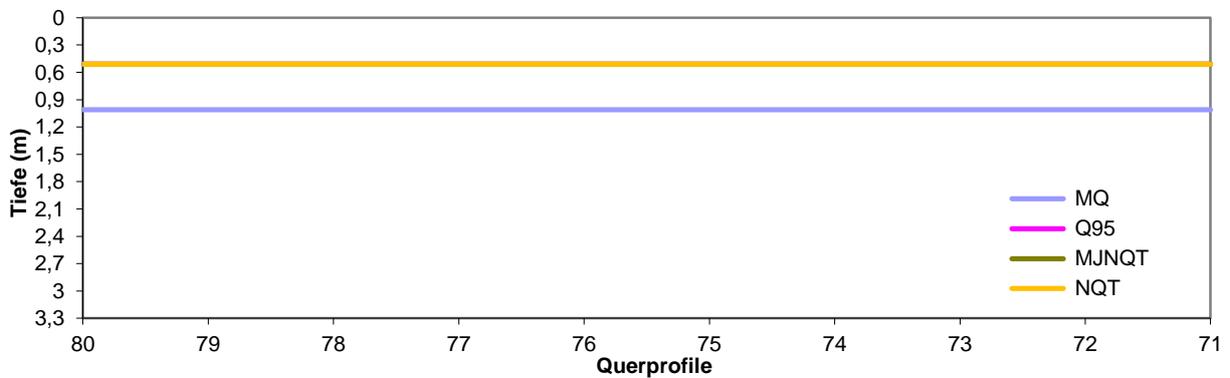


Abbildung 35: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 8 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

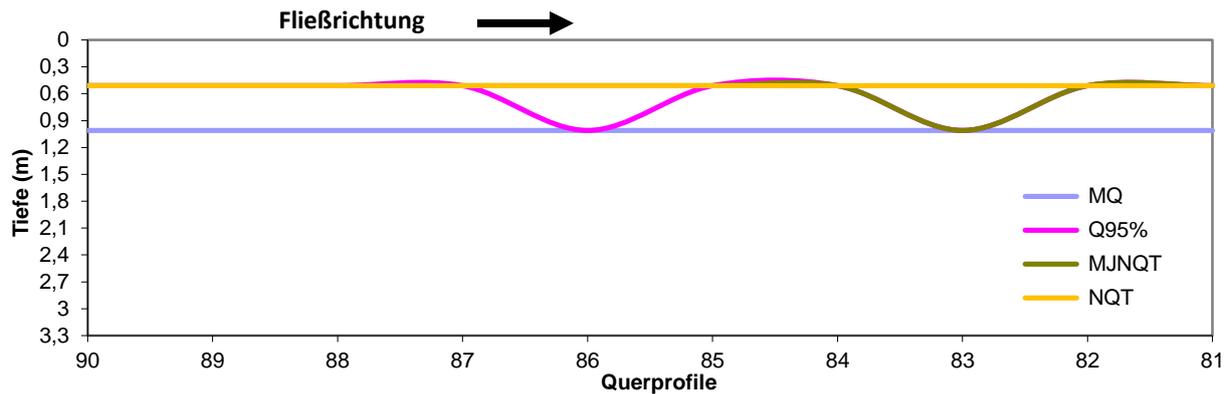


Abbildung 36: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 9 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

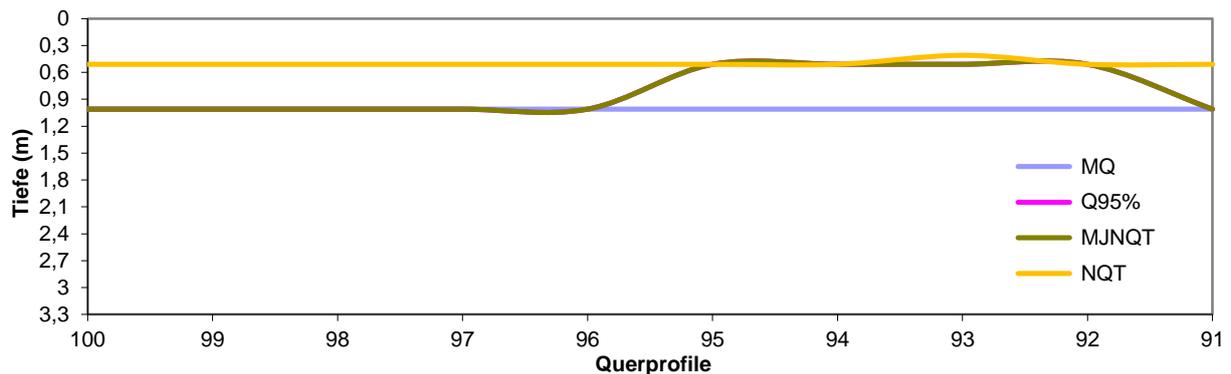


Abbildung 37: Wassertiefe im Talweg in Abschnitt 10 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

4.3. Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor

Anmerkung: Da die Fließgeschwindigkeit in den einzelnen Querprofilen im digitalen Modell nur in Klassen angegeben ist und für den konkreten Wert jeweils der niedrigste Wert der Klasse verwendet wurde, kann die tatsächliche Fließgeschwindigkeit um bis zu 0,09 m/s schneller sein.

Die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor (Leitströmung, Maximalgeschwindigkeit) beträgt beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) in den einzelnen Abschnitten im arithmetischen Mittel zwischen mindestens 0,9 m/s und 1,4 m/s (Abbildung 38, Tabelle 14). Für die gesamte Untersuchungsstrecke ergibt sich daraus eine durchschnittliche Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor von 1,1 m/s (Tabelle 14). Die maximale Fließgeschwindigkeit erreicht bei dieser Wasserführung in den Transekten der einzelnen Untersuchungsstrecken jeweils mindestens 0,5 m/s (Abbildungen 39-58, Tabelle 14). Der von der QZV Ökologie, Anlage G, geforderte Mindestwert von 0,3 m/s wird bei dieser Wasserführung somit in sämtlichen untersuchten Profilen ganz erheblich übertroffen. Damit ist selbst bei einem Durchfluß von NQ_T eine ungehinderte Orientierung von aufsteigenden aquatischen Organismen möglich.

In vier Untersuchungsstrecken (Abschnitte 1-3, 6) wird bei der Wasserführung von NQ_T in kurzen oder auch längeren Sektionen bereits eine Fließgeschwindigkeit von 2,0 m/s erreicht oder eventuell sogar (wesentlich) überschritten (Abbildungen 40, 42, 44, 50; Tabelle 14).

Bei Durchfluss 2 (MJNQ_T) ist die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor naturgemäß etwas höher. Im gesamten Durchschnitt sind dies rund 0,1 m/s (Tabelle 14). Bei Durchfluss 3 (Q_{95%}) ergibt sich ein identer Mittelwert, nämlich 1,2 m/s, was zeigt, dass die Strömungsverhältnisse bei diesen Durchflüssen sehr ähnlich sind (Abbildung 38, Tabelle 14). Bei Durchfluss 3 (Q_{95%}) wird in einem Transekt, nämlich in Profil 59 über die natürliche Schwelle bei Misselsdorf, bereits die hohe Maximalgeschwindigkeit von 3,0 m/s erreicht (Abbildung 50).

Erst beim höchsten untersuchten Durchfluss 4 (MQ) zeigen sich in einzelnen Abschnitten, z.B. 3 und 6, deutliche Erhöhungen im arithmetischen Mittelwert der maximalen Fließgeschwindigkeit (Abbildungen 38, 44, 50). In einzelnen Transekten werden bei dieser Wasserführung bereits Fließgeschwindigkeiten von 4,0 m/s (Abschnitt 6) erzielt oder überschritten (Tabelle 14).

Die maximalen Fließgeschwindigkeiten variieren zwischen den Querprofilen in den einzelnen Abschnitten nicht (z.B. Abschnitte 7-10) bis stark (z.B. Abschnitt 1; Tabelle 14).

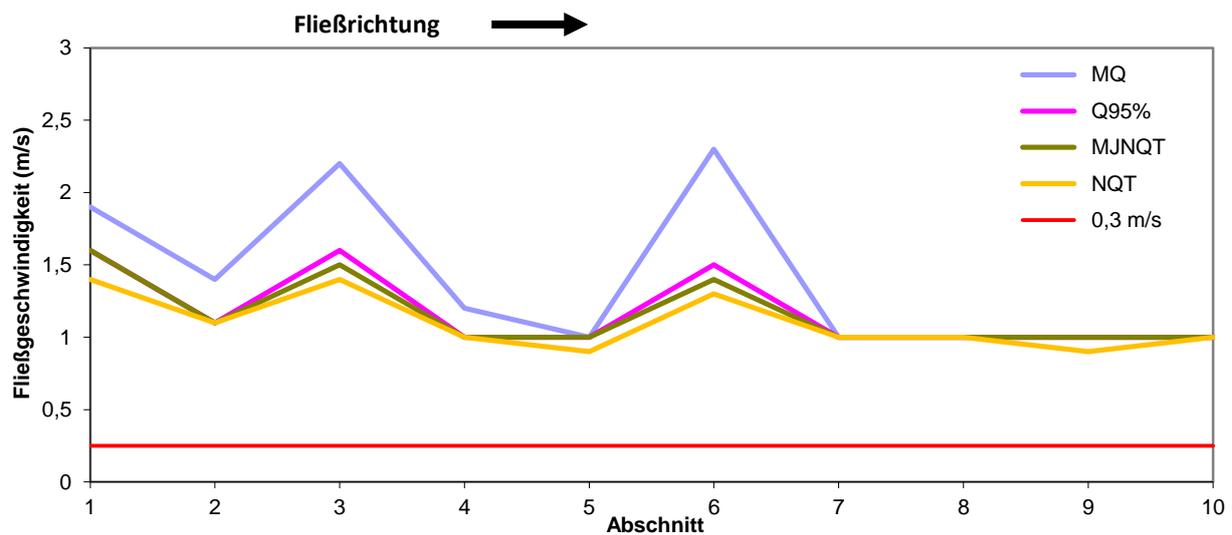


Abbildung 38: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in den Untersuchungsabschnitten 1-10 bei vier Durchflüssen (Darstellung der Tiefe überhöht).

Tabelle 14 - Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in den Abschnitten 1-10 zwischen Fluss-km 137,509-103,920 und gesamt bei vier Durchflüssen (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Abschnitt	Durchfluss Q	Fließgeschwindigkeit (m/s)			Variations- koeffizient (%)	Anzahl der Messungen (n)
		Mittlere	Minimale	Maximale		
1	NQ _T	1,4	0,5	2,0	42,6	10
1	MJNQ _T	1,6	0,5	2,0	38,4	10
1	Q _{95%}	1,6	1,0	2,0	32,1	10
1	MQ	1,9	1,0	3,0	45,8	10
2	NQ _T	1,1	1,0	2,0	28,5	10
2	MJNQ _T	1,1	1,0	2,0	28,5	10
2	Q _{95%}	1,1	1,0	2,0	28,5	10
2	MQ	1,4	1,0	2,0	36,6	10
3	NQ _T	1,4	1,0	2,0	36,6	10
3	MJNQ _T	1,5	1,0	2,0	34,9	10
3	Q _{95%}	1,6	1,0	2,0	32,1	10
3	MQ	2,2	2,0	3,0	19,1	10
4	NQ _T	1,0	0,5	1,0	16,5	10
4	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
4	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
4	MQ	1,2	1,0	2,0	34,8	10
5	NQ _T	0,9	0,5	1,0	28,1	10
5	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
5	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
5	MQ	1,0	1,0	1,0	0,0	10
6	NQ _T	1,3	1,0	2,0	36,9	10
6	MJNQ _T	1,4	1,0	2,0	36,6	10
6	Q _{95%}	1,5	1,0	3,0	46,8	10
6	MQ	2,3	2,0	4,0	29,2	10
7	NQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
7	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
7	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
7	MQ	1,0	1,0	1,0	0,0	10
8	NQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
8	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
8	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
8	MQ	1,0	1,0	1,0	0,0	10
9	NQ _T	0,9	0,5	1,0	23,2	10
9	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
9	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
9	MQ	1,0	1,0	1,0	0,0	10
10	NQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
10	MJNQ _T	1,0	1,0	1,0	0,0	10
10	Q _{95%}	1,0	1,0	1,0	0,0	10
10	MQ	1,0	1,0	1,0	0,0	10
Gesamt	NQ _T	1,1			33,1	100
Gesamt	MJNQ _T	1,2			32,1	100
Gesamt	Q _{95%}	1,2			34,6	100
Gesamt	MQ	1,4			46,2	100

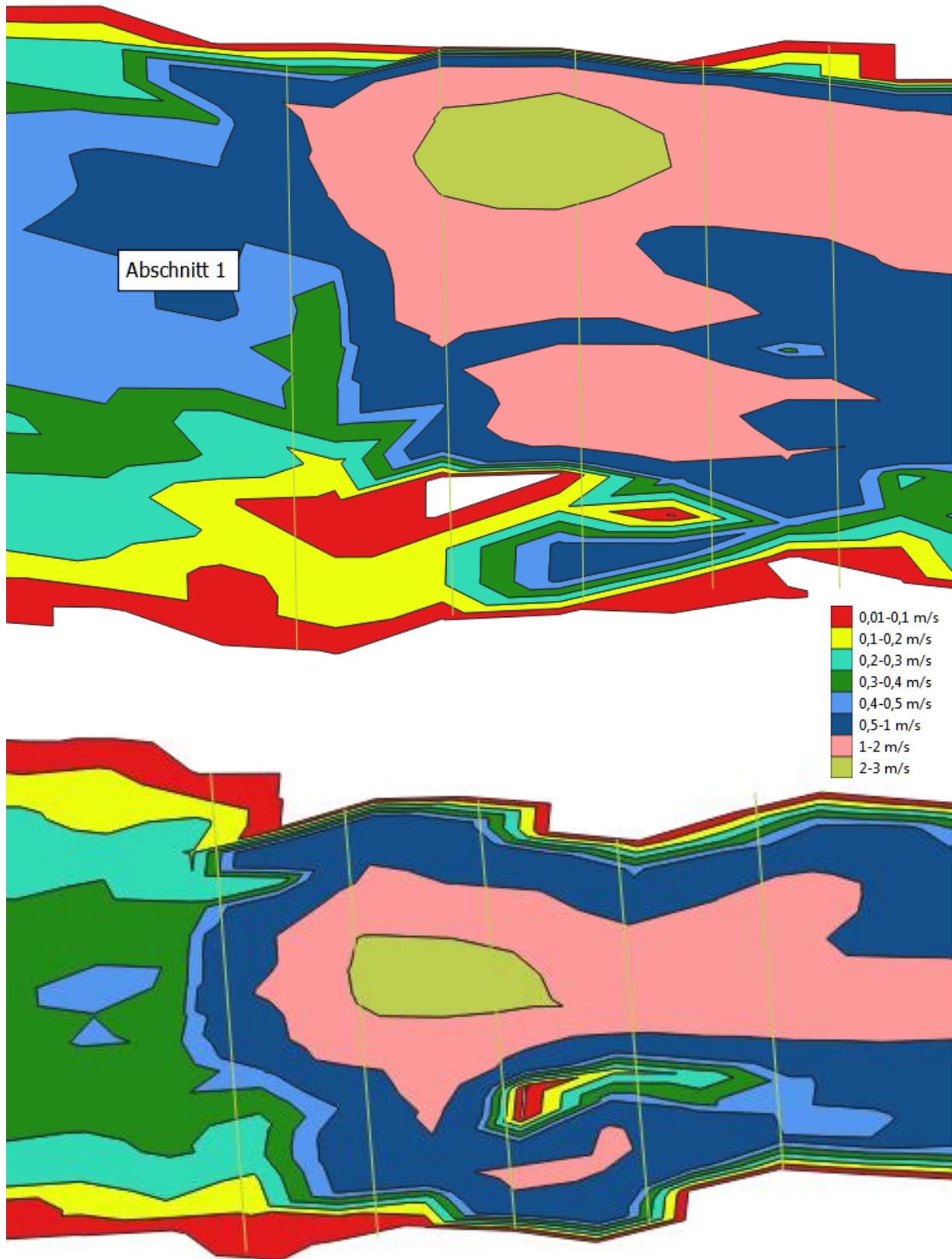


Abbildung 39: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 1 (zweigeteilt, Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten) bei NQ_7 .

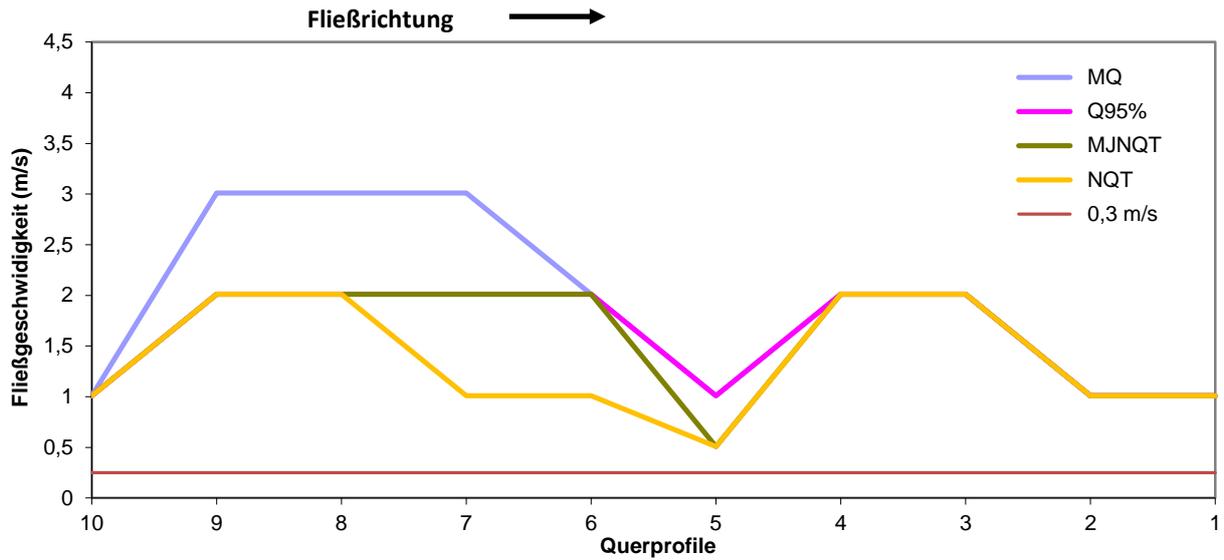


Abbildung 40: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 1 bei vier Durchflüssen.

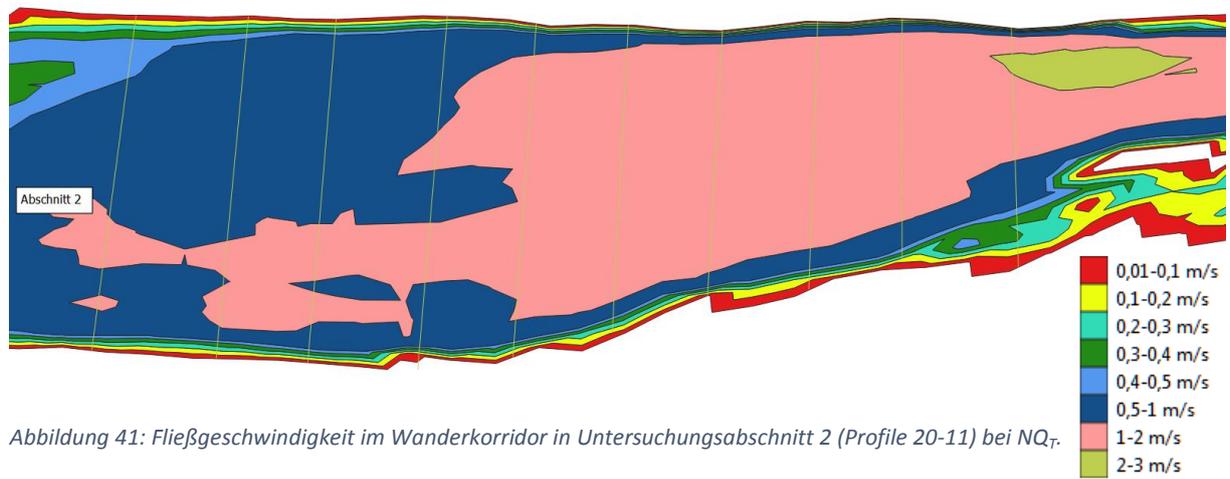


Abbildung 41: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 2 (Profile 20-11) bei NQT.

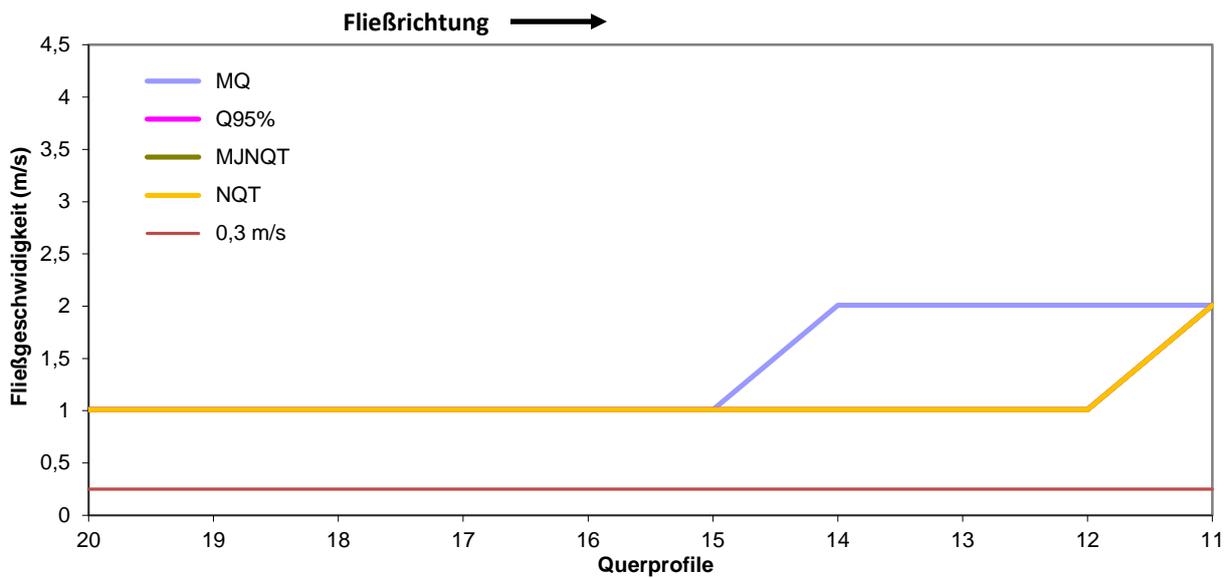


Abbildung 42: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 2 bei vier Durchflüssen.

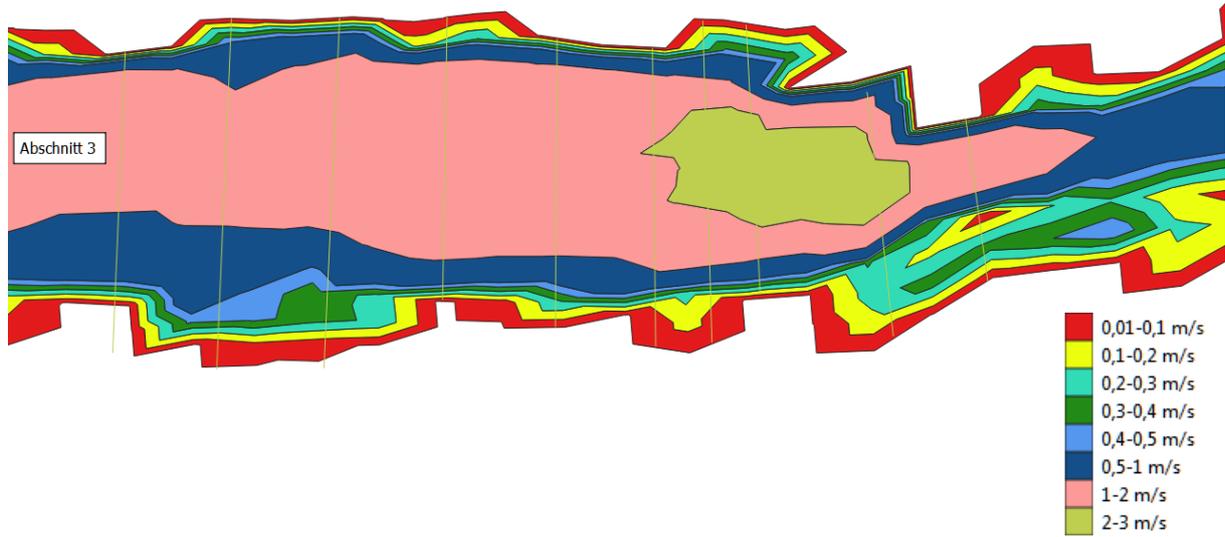


Abbildung 43: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 3 (Profile 30-21) bei NQ_T .

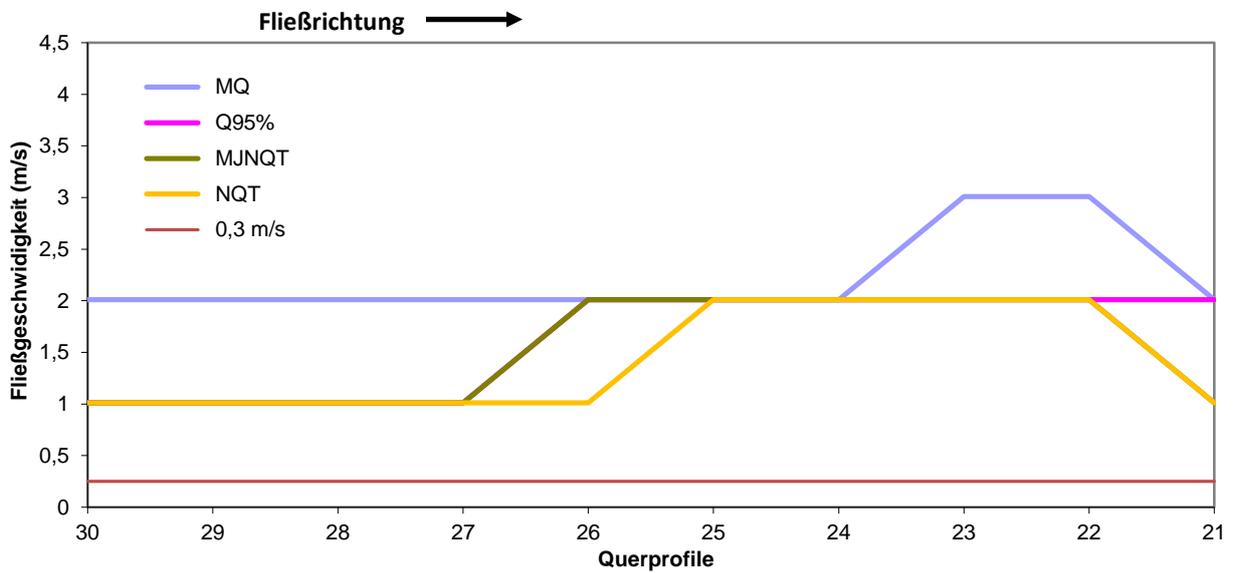


Abbildung 44: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 3 bei vier Durchflüssen.

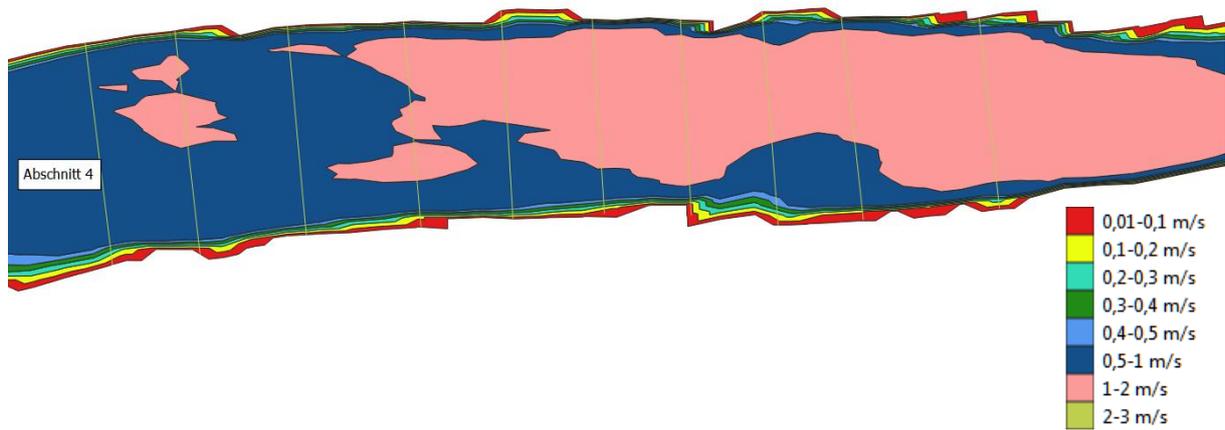


Abbildung 45: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 4 (Profile 40-31) bei NQ_r.

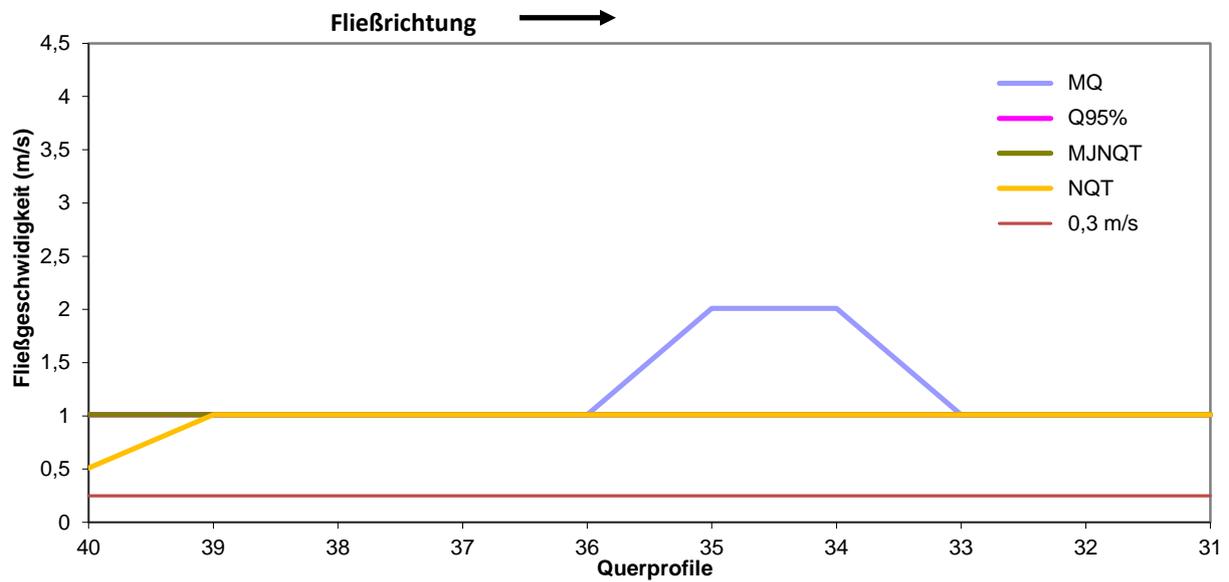


Abbildung 46: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 4 bei vier Durchflüssen.

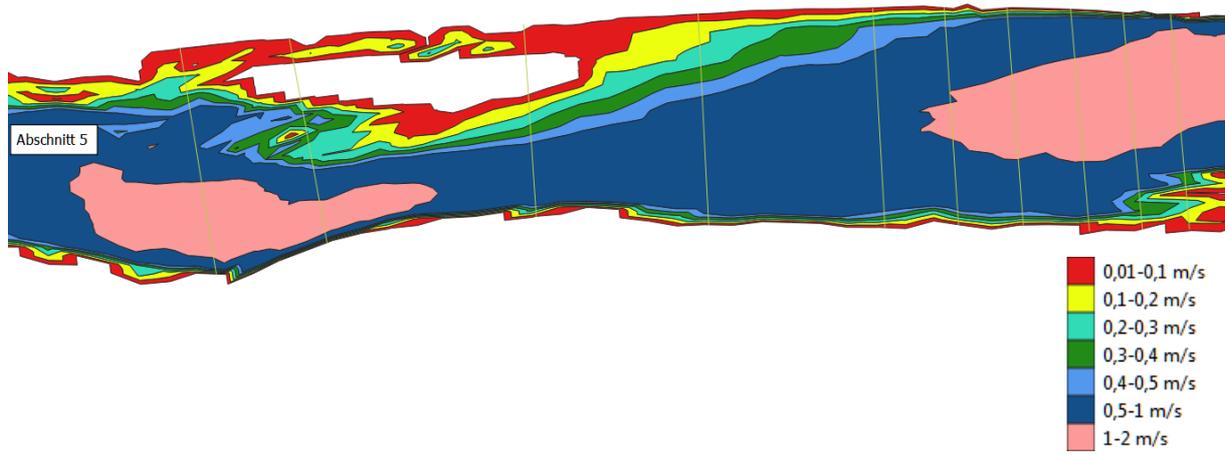


Abbildung 47: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 5 (Profile 50-41) bei NQ_T.

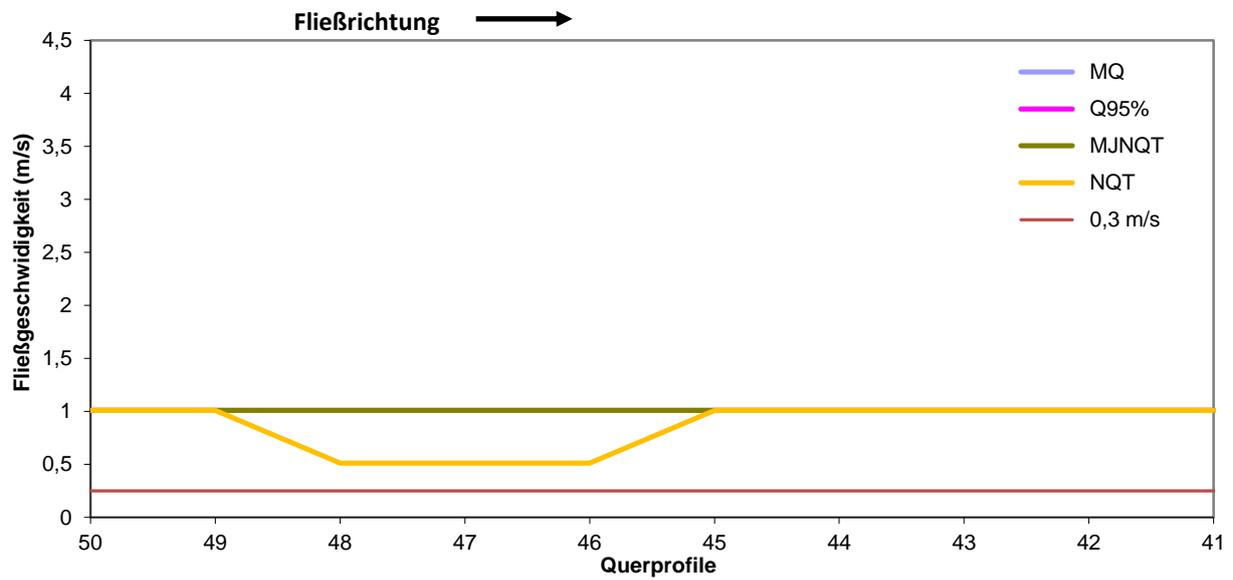


Abbildung 48: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 5 bei vier Durchflüssen.

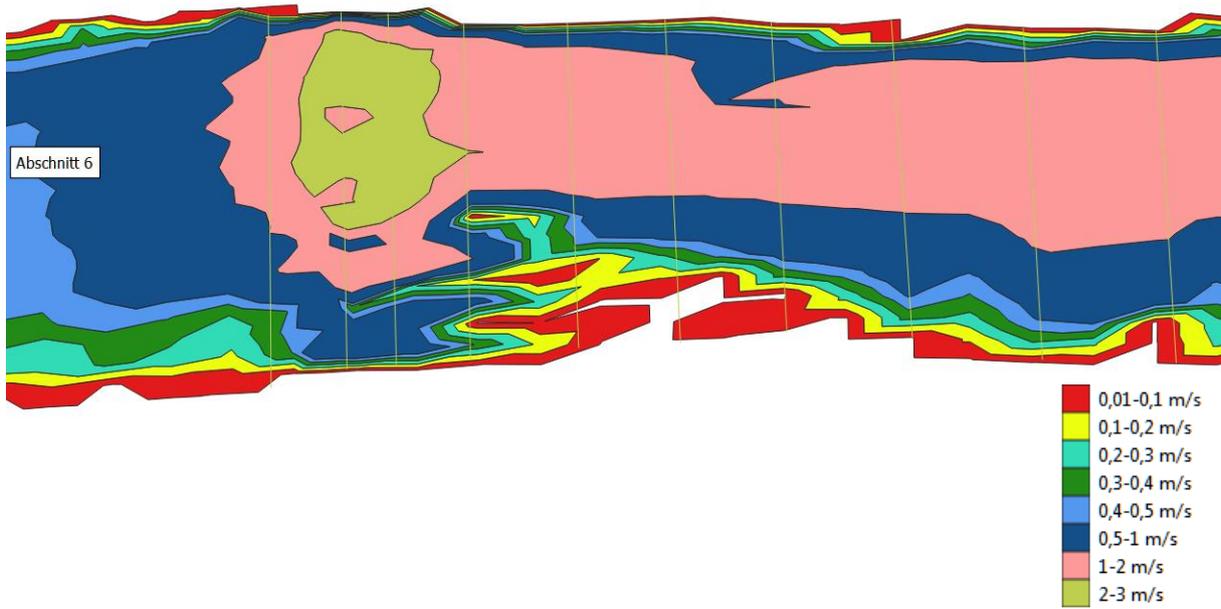


Abbildung 49: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 6 (Profile 60-51) bei NQ₇.

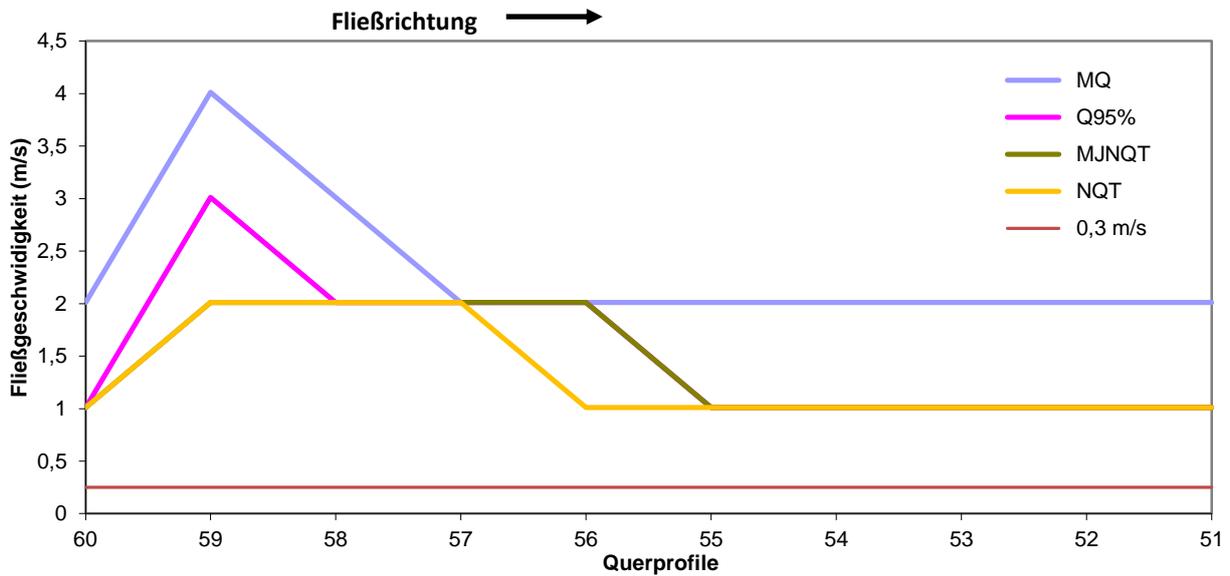


Abbildung 50: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 6 bei vier Durchflüssen.

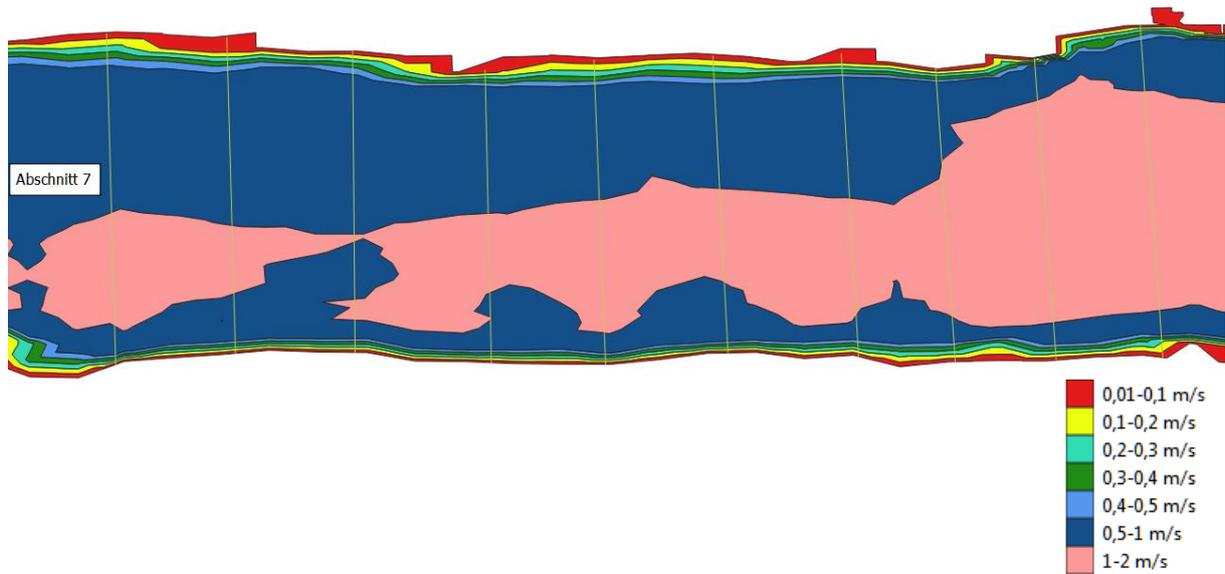


Abbildung 51: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 7 (Profile 70-61) bei NQ_T .

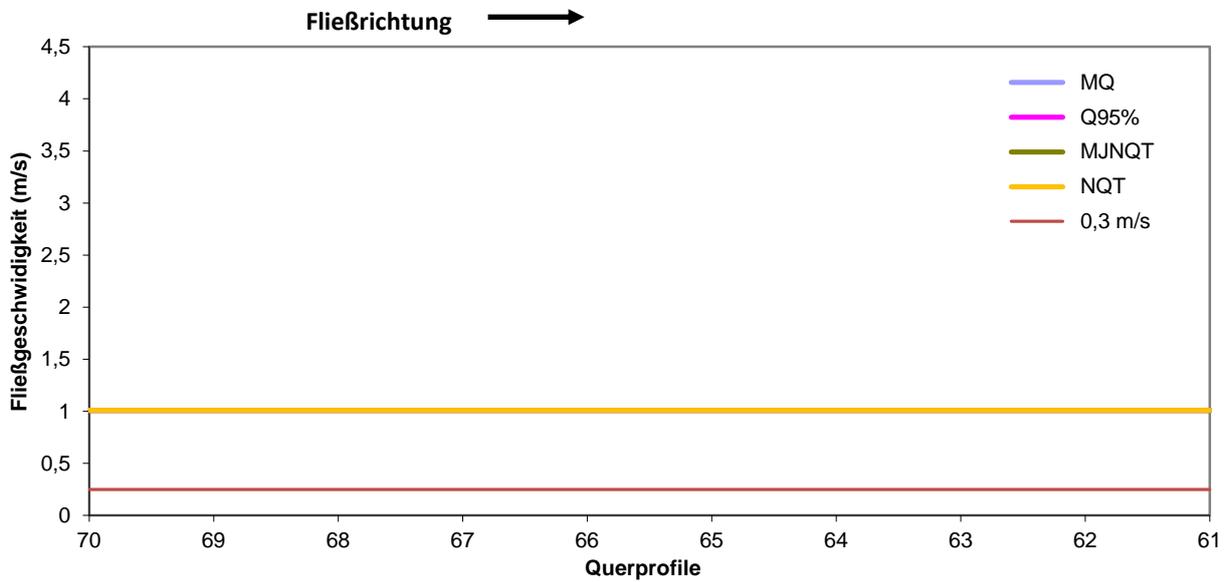


Abbildung 52: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 7 bei vier Durchflüssen.

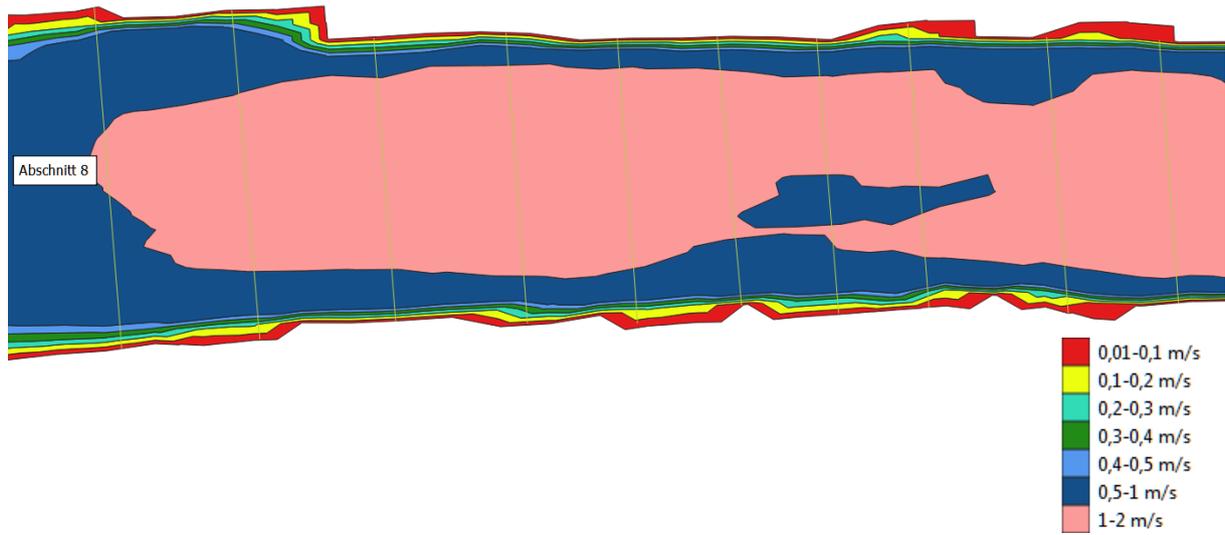


Abbildung 53: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 8 (Profile 80-71) bei NQ_T.

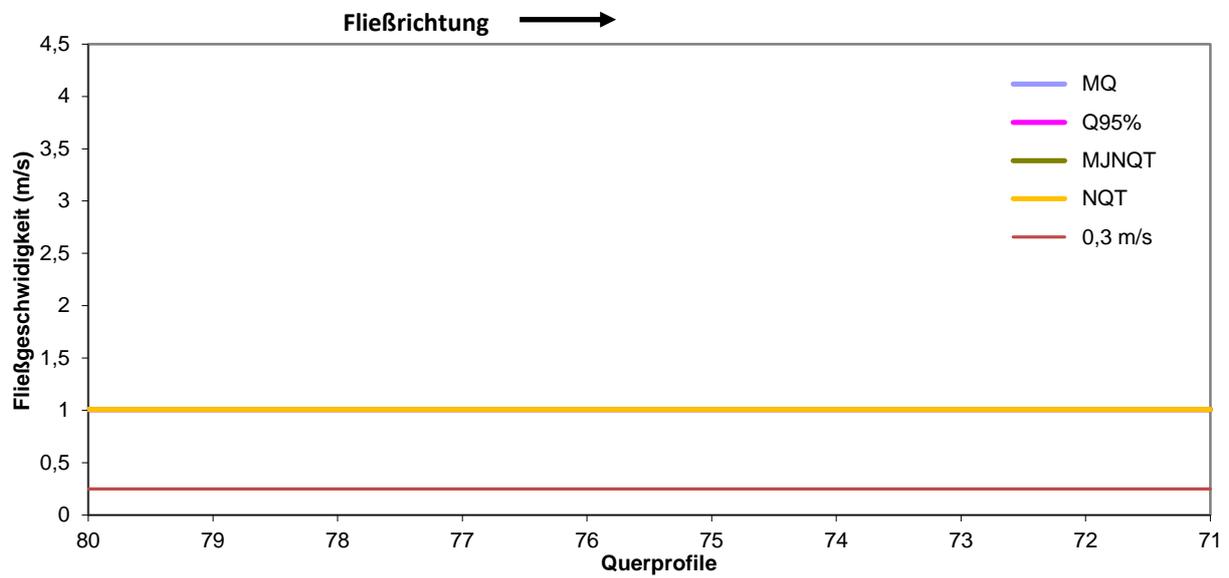


Abbildung 54: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 8 bei vier Durchflüssen.

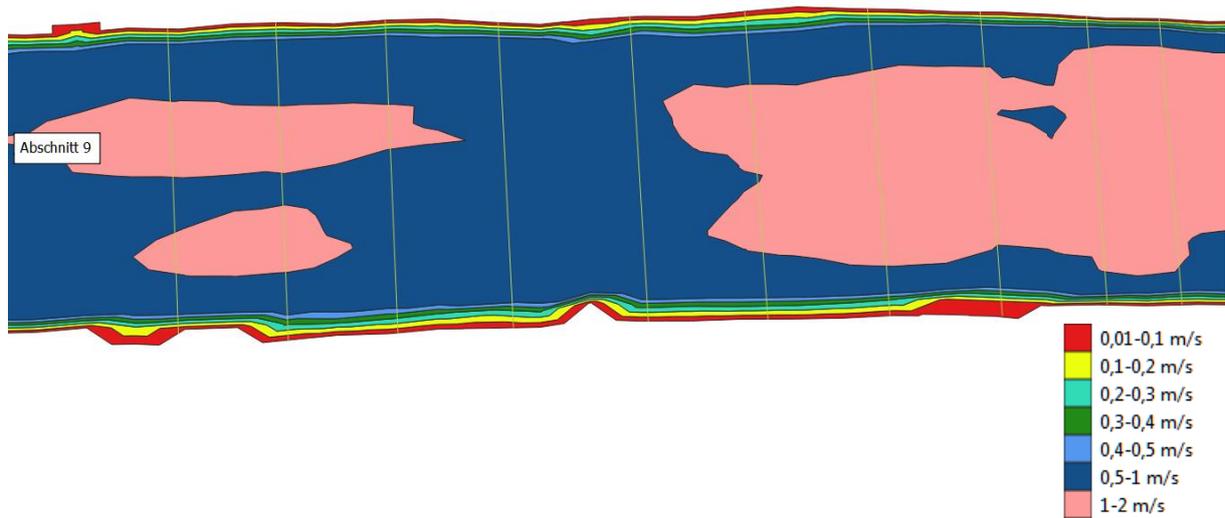


Abbildung 55: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 9 (Profile 90-81) bei NQ_T.

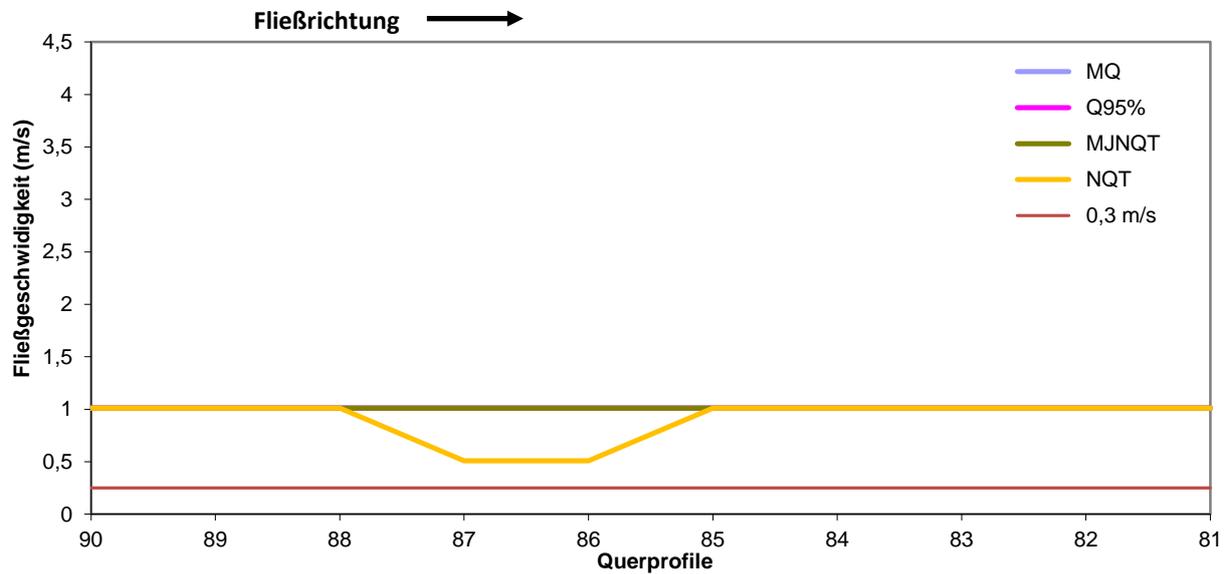


Abbildung 56: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 9 bei vier Durchflüssen.

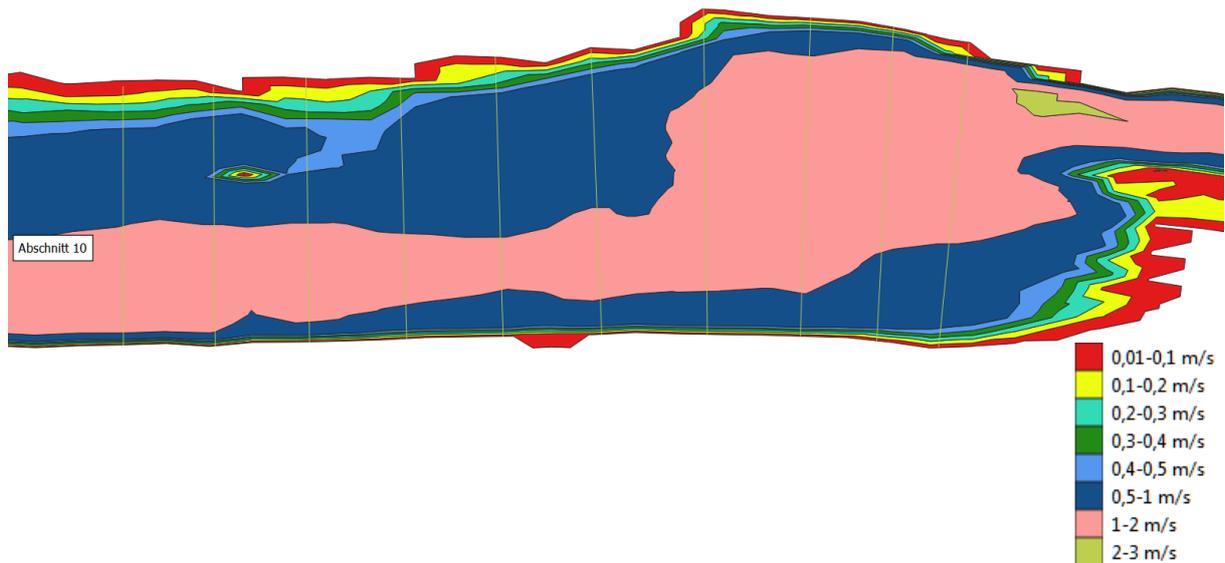


Abbildung 57: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 10 (Profile 100-91) bei NQ_T .

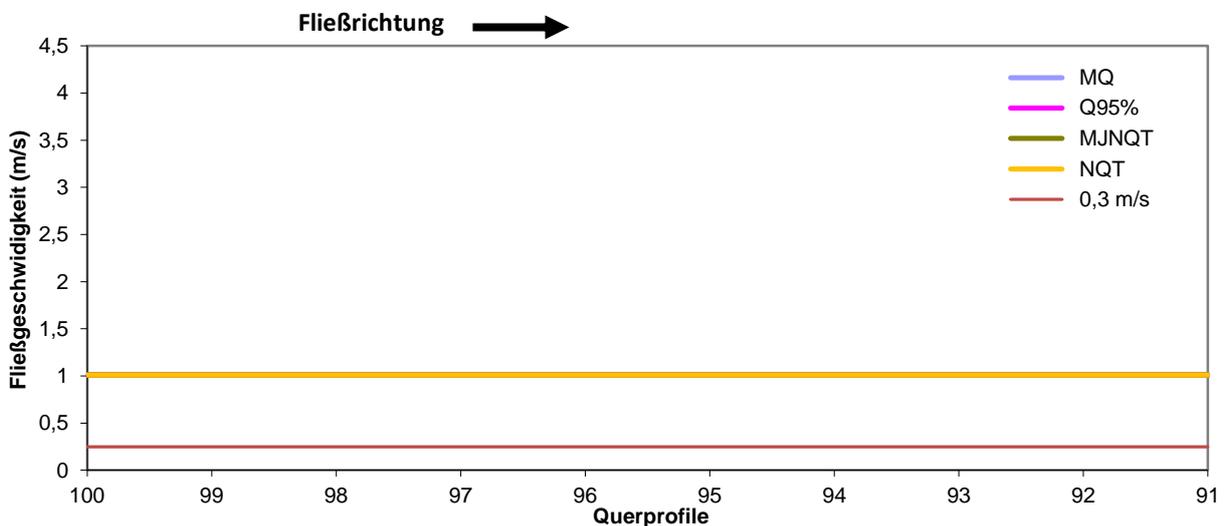


Abbildung 58: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Abschnitt 10 bei vier Durchflüssen.

In Ergänzung zu den Fließgeschwindigkeiten in den 10 detailliert untersuchten Abschnitten wurde die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in einer tiefen (bei NQ_T über praktisch die gesamte Breite durchgehend 1-2 m) und ausgesprochen langsam fließenden, durch eine Sohlschwelle leicht rückgestauten Strecke (Abschnitt 5a) unmittelbar flussauf des Abschnittes 6 untersucht. Damit sollten die minimalen Fließgeschwindigkeiten bei Niederwasserbedingungen beispielhaft für solche Bereiche ermittelt und dargestellt werden, um die Orientierungsfähigkeit von Fischen bei geringen Durchflüssen abschätzen zu können.

Bei Durchfluss 1 (NQ_T) beträgt die maximale Fließgeschwindigkeit in einer ausgedehnten Fläche zwischen 0,4-0,5 m/s. Daran schließen sich flussauf und flussab bereits Geschwindigkeiten zwischen 0,5-1 m/s an (Abbildung 59). Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) und 3 ($Q_{95\%}$) ist die maximale Fließgeschwindigkeit im gesamten Bereich zwischen 0,5-1 m/s

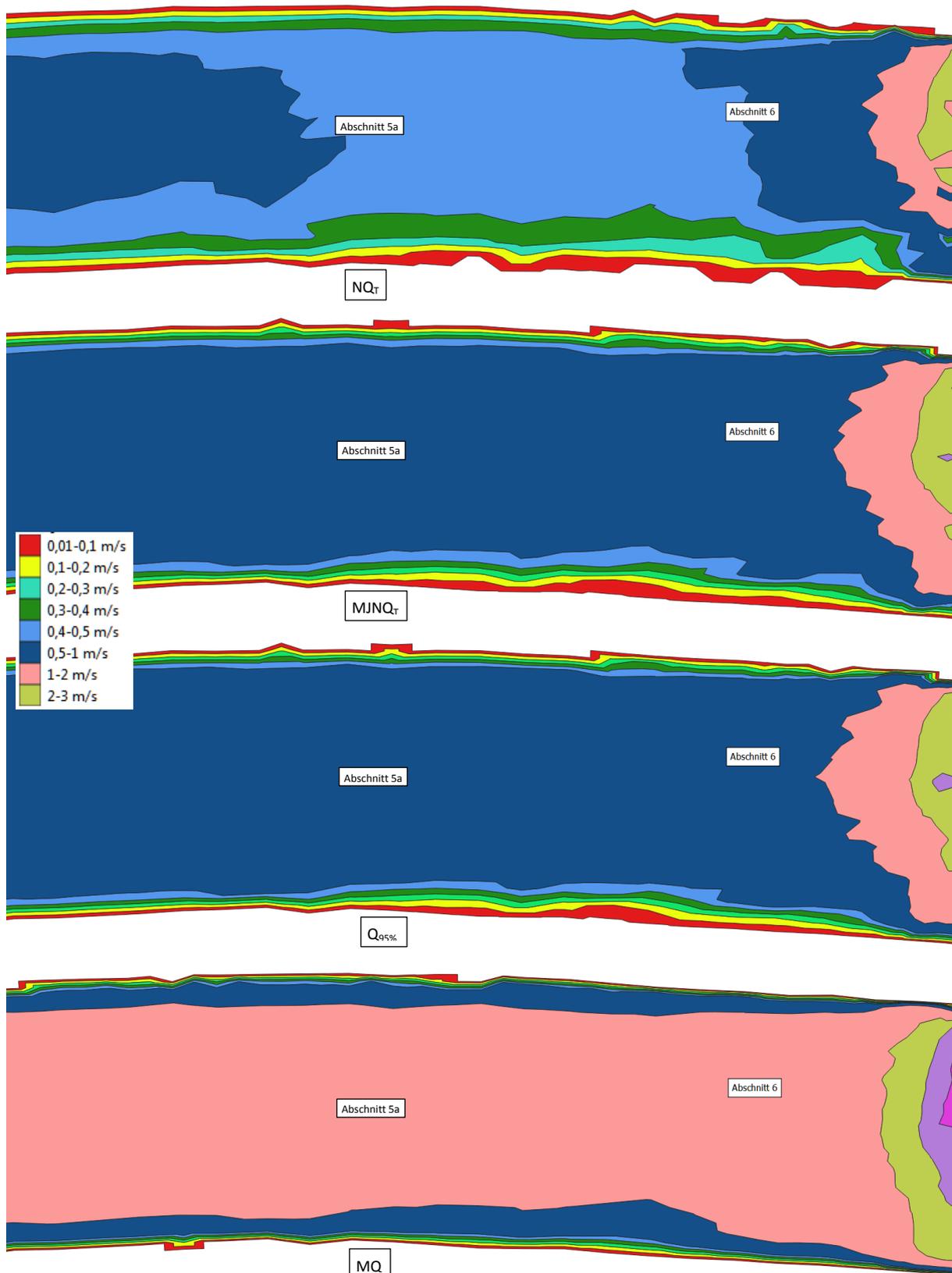


Abbildung 59: Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor in Untersuchungsabschnitt 5a bei NQ_T (ganz oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (ganz unten).

(Abbildung 59). Bei Durchfluss 4 (MQ) erreicht die maximale Fließgeschwindigkeit großflächig zwischen 1-2 m/s (Abbildung 59). Damit ist jedenfalls eine Orientierung von Fischen auch in tiefen und augenscheinlich langsam fließenden, lenitischen Bereichen garantiert, da die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor, der sich hier über die gesamte Breite des Flusses erstreckt, bei NQ_T bereits höher als 0,3 m/s ist und damit den Anforderungen der QZV Ökologie OG Genüge getan ist. Eine mittlere Querschnittsgeschwindigkeit von 0,3 m/s, die nur für Schnellen verlangt ist (QZV Ökologie OG), wird hier möglicherweise nicht (ganz) erreicht. Dies ist jedoch außerhalb von Schnellen auch nicht erforderlich.

4.4. Benetzte Breite

Die Lage der einzelnen Transekte kann den Abbildungen 15, 17, 19-26 entnommen werden. Die Breite der Profile bei den vier untersuchten Durchflüssen und die Veränderung dabei zeigen die Abbildungen 61-70.

Die benetzte Gewässerbreite als Maß für die Größe des Lebensraumes beträgt beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) im arithmetischen Mittel in den einzelnen Untersuchungsstrecken zwischen 55,6 m (Abschnitt 3) und 86,4 m (Abschnitt 3; Abbildung 60). Im Gesamtdurchschnitt ergibt sich eine benetzte Breite von 72,4 m (Tabelle 15).

Bei Durchfluss 2 ($MJNQ_T$) nimmt die benetzte Breite im Durchschnitt um rund 3,3 m zu und bei Durchfluss 3 ($Q_{95\%}$) um weitere 0,7 m (Abbildung 60, Tabelle 15). Bei Durchfluss 4 (MQ) steigt die Wasserspiegelbreite im Mittel um weitere 5,3 m, sodass zwischen NQ_T und MQ eine mittlere Zunahme um 9,3 m eintritt (Tabelle 15).

Im Verhältnis zur Breite bei $MJNQ_T$ beträgt die benetzte Breite bei NQ_T (Durchfluss 1) zwischen rund 90,6% und 99,3% (insgesamt 95,7%; Tabelle 15). Beim Durchfluss von $Q_{95\%}$ ist sie im Durchschnitt um rund 0,9% höher als bei der von $MJNQ_T$ und unterscheidet sich somit davon kaum (Abbildung 60, Tabelle 15).

Bei Durchfluss 4 (MQ) nimmt die benetzte Breite im Durchschnitt um 7% zu in Relation zu jener bei $MJNQ_T$ (Tabelle 15). In Anbetracht der unterschiedlichen Wasserführungen ist diese Zunahme jedoch gering. Dies dürfte durch Ufersicherungsmaßnahmen bedingt sein. Darauf weist auch die Breitenvariabilität hin, die in allen untersuchten Abschnitten gering ist und nach flussabwärts eher abnimmt (Abbildungen 61-70, Tabelle 15).

Im Verhältnis zur benetzten Breite bei MQ (Durchfluss 4) ist die Breite beim geringsten Durchfluss (NQ_T) um durchschnittlich rund 11% und bei $MJNQ_T$ (Durchfluss 2) ebenso wie bei Durchfluss 3 ($Q_{95\%}$) um etwa 7% geringer (Tabelle 16).

Tabelle 15 - Benetzte Breite in den Abschnitten 1-10 zwischen Fluss-km 137,509-103,920 bei vier Durchflüssen und Verhältnis zu jener bei MJNQ_T (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Abschnitt	Durchfluss Q	Benetzte Breite (m)			Variations- koeffizient (%)	% von MJNQ _T	Anzahl der Profile (n)
		Mittlere	Minimale	Maximale			
1	NQ _T	58,63	52,84	67,31	7,1	94,1	10
1	MJNQ _T	62,31	57,45	72,69	8,4	100,0	10
1	Q _{95%}	63,11	57,59	74,39	8,6	101,3	10
1	MQ	69,36	60,04	74,76	7,1	111,3	10
2	NQ _T	84,93	67,03	99,12	15,0	98,2	10
2	MJNQ _T	86,48	71,15	100,01	13,1	100,0	10
2	Q _{95%}	87,23	72,02	100,07	12,4	100,9	10
2	MQ	92,73	83,16	100,27	6,7	106,3	10
3	NQ _T	55,64	31,76	68,32	19,1	90,6	10
3	MJNQ _T	61,40	31,86	71,23	18,8	100,0	10
3	Q _{95%}	62,21	34,71	73,01	17,5	101,3	10
3	MQ	71,94	56,59	76,91	7,9	115,6	10
4	NQ _T	74,88	69,07	81,41	5,6	96,7	10
4	MJNQ _T	77,47	71,81	83,42	4,8	100,0	10
4	Q _{95%}	78,18	73,31	83,55	4,3	100,9	10
4	MQ	81,73	77,27	83,92	3,3	104,5	10
5	NQ _T	86,37	63,40	95,40	12,0	96,9	10
5	MJNQ _T	89,12	74,77	99,38	8,9	100,0	10
5	Q _{95%}	90,38	78,03	99,64	7,0	101,4	10
5	MQ	93,25	81,97	101,30	5,7	103,2	10
6	NQ _T	64,48	59,23	72,06	6,4	94,3	10
6	MJNQ _T	68,41	63,26	75,07	5,6	100,0	10
6	Q _{95%}	68,92	63,11	75,21	5,5	100,7	10
6	MQ	72,44	68,68	75,51	3,1	105,1	10
7	NQ _T	76,33	72,69	82,64	4,7	95,9	10
7	MJNQ _T	79,58	77,22	85,81	3,4	100,0	10
7	Q _{95%}	79,99	77,37	86,25	3,4	100,5	10
7	MQ	86,07	83,23	90,51	2,7	107,6	10
8	NQ _T	70,59	63,99	83,25	8,9	94,0	10
8	MJNQ _T	75,13	69,48	83,46	6,9	100,0	10
8	Q _{95%}	75,61	69,78	83,48	6,4	100,6	10
8	MQ	81,63	75,90	88,03	5,1	108,0	10
9	NQ _T	72,40	68,29	75,57	3,2	99,3	10
9	MJNQ _T	72,89	68,41	75,73	3,4	100,0	10
9	Q _{95%}	73,50	70,97	75,75	2,1	100,8	10
9	MQ	74,58	72,47	77,94	2,1	101,5	10
10	NQ _T	79,23	71,37	89,71	9,2	95,3	10
10	MJNQ _T	83,15	72,96	89,86	6,5	100,0	10
10	Q _{95%}	83,55	72,98	89,88	6,6	100,5	10
10	MQ	92,59	84,93	102,92	5,3	110,8	10
Gesamt	NQ _T	72,35			16,7	95,7	100
Gesamt	MJNQ _T	75,59			14,7	100,0	100
Gesamt	Q _{95%}	76,27			14,3	100,9	100
Gesamt	MQ	81,63			12,0	107,0	100

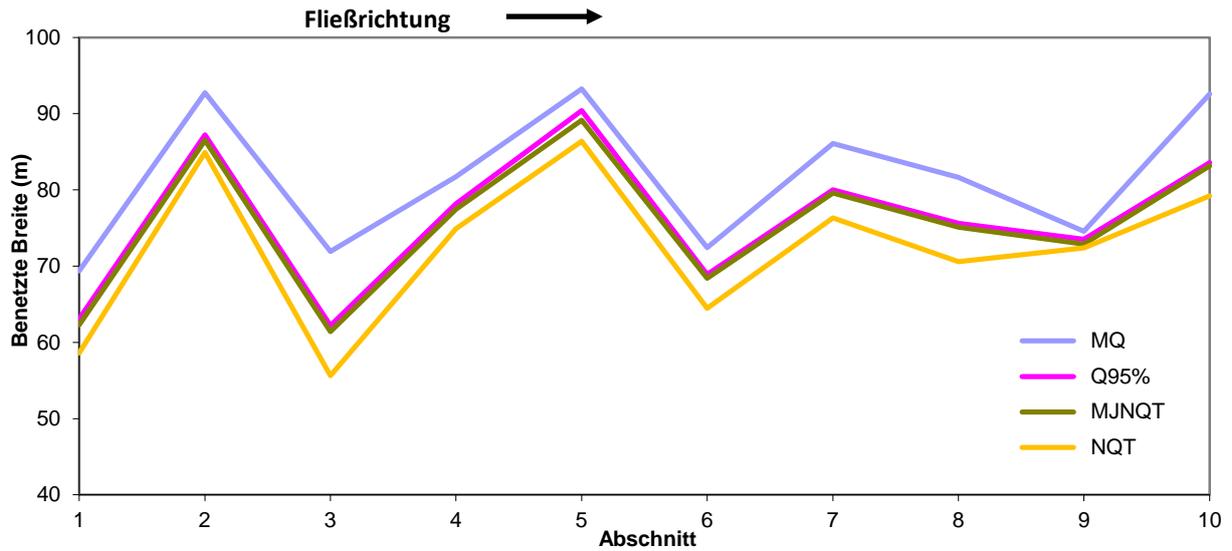


Abbildung 60: Mittlere benetzte Breite in den Untersuchungsabschnitten 1-10 bei vier Durchflüssen.

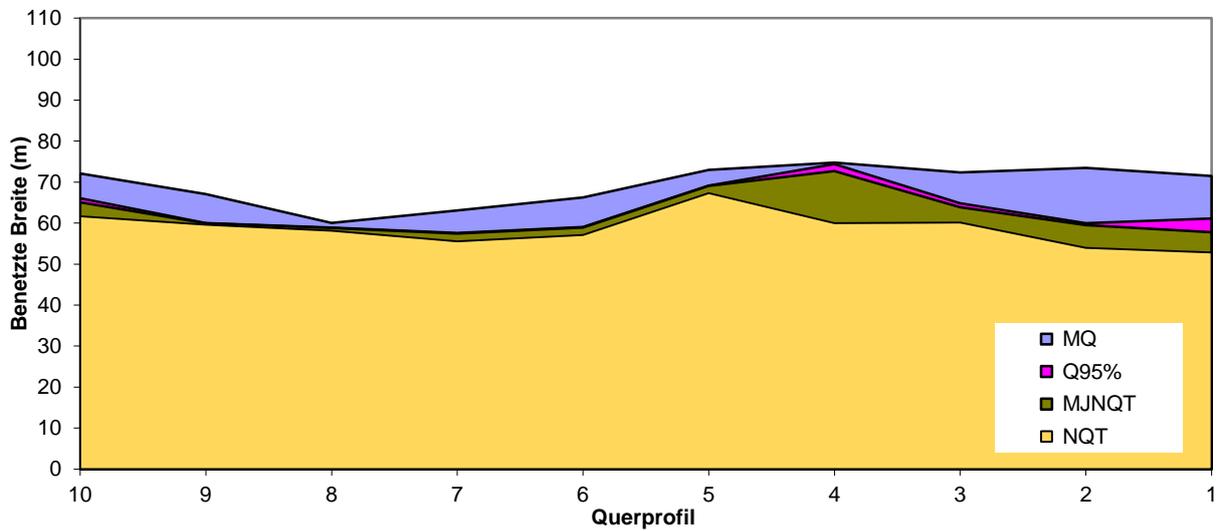


Abbildung 61: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 1 (Profile 10-1) bei vier Durchflüssen.

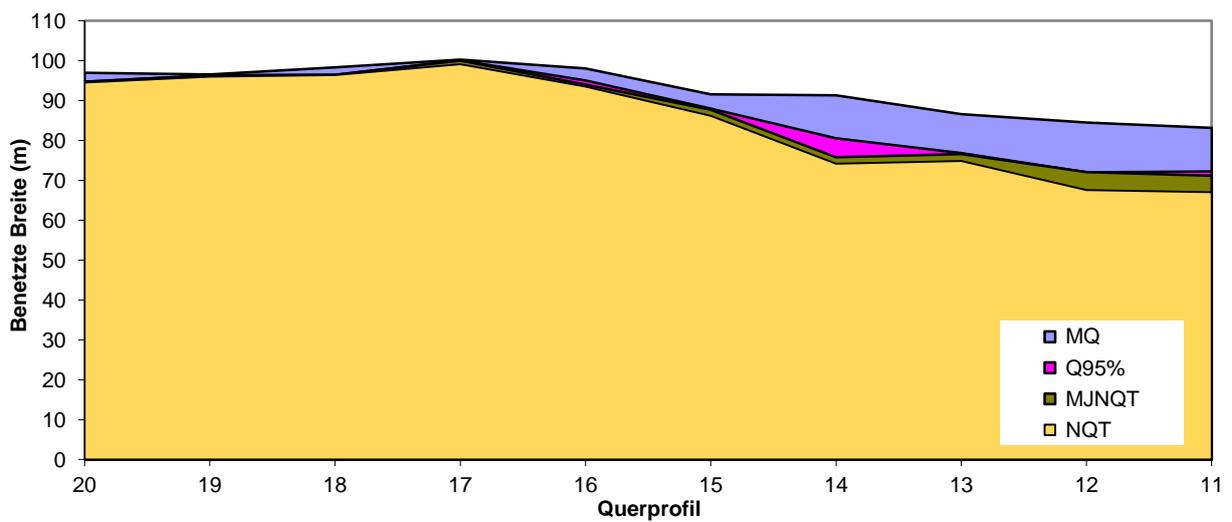


Abbildung 62: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 2 (Profile 20-11) bei vier Durchflüssen.

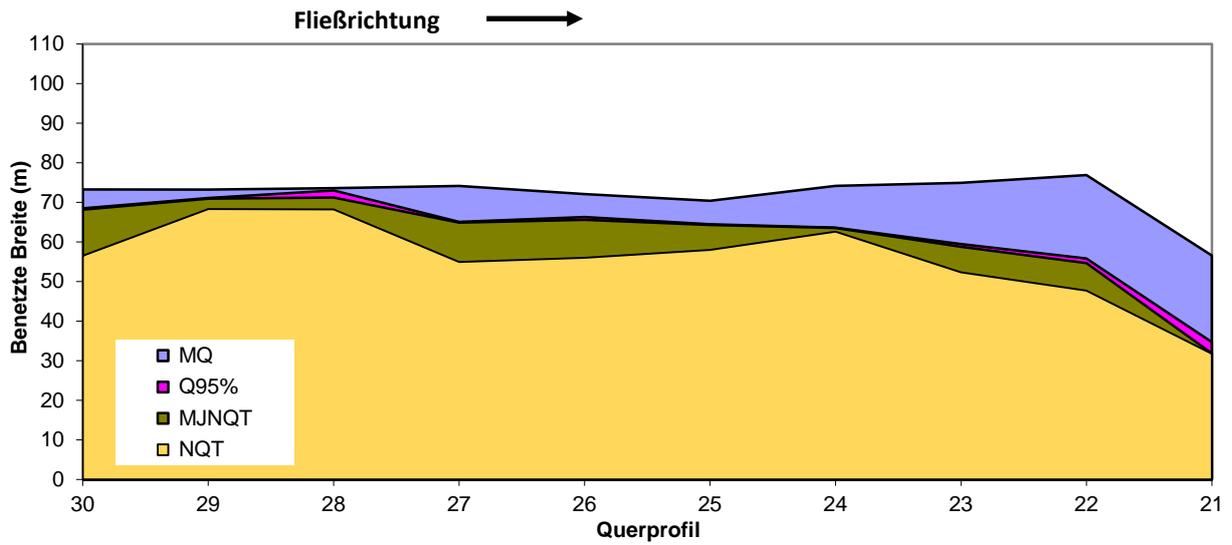


Abbildung 63: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 3 (Profile 30-21) bei vier Durchflüssen.

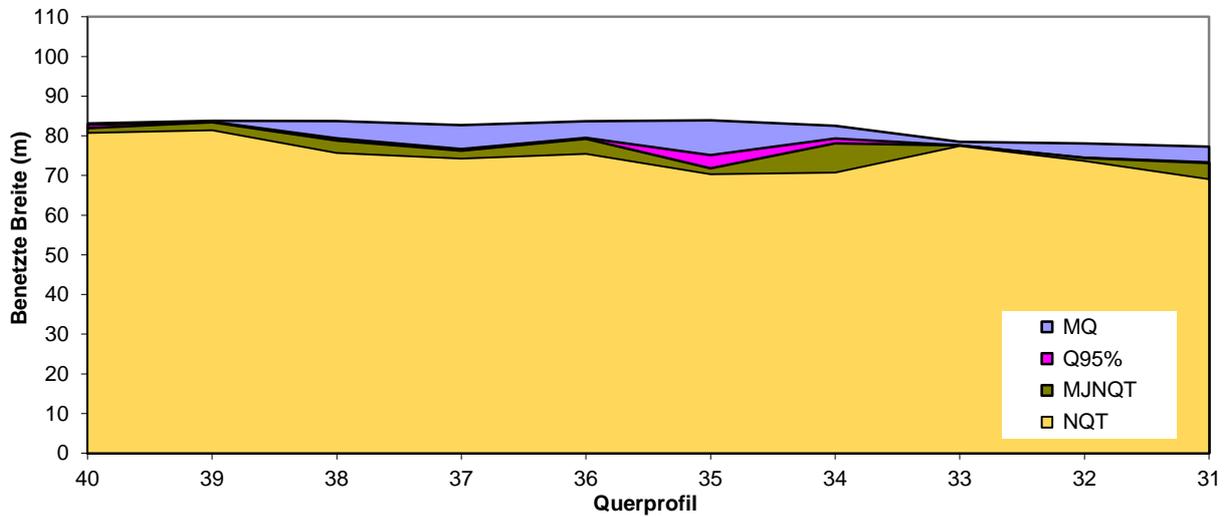


Abbildung 64: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 4 (Profile 40-31) bei vier Durchflüssen.

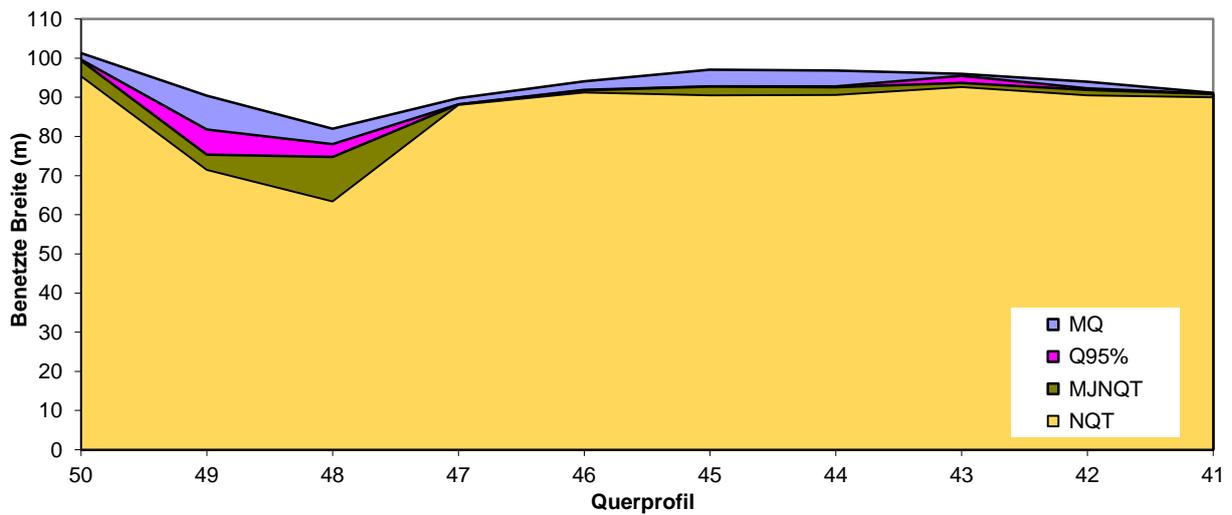


Abbildung 65: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 5 (Profile 50-41) bei vier Durchflüssen.

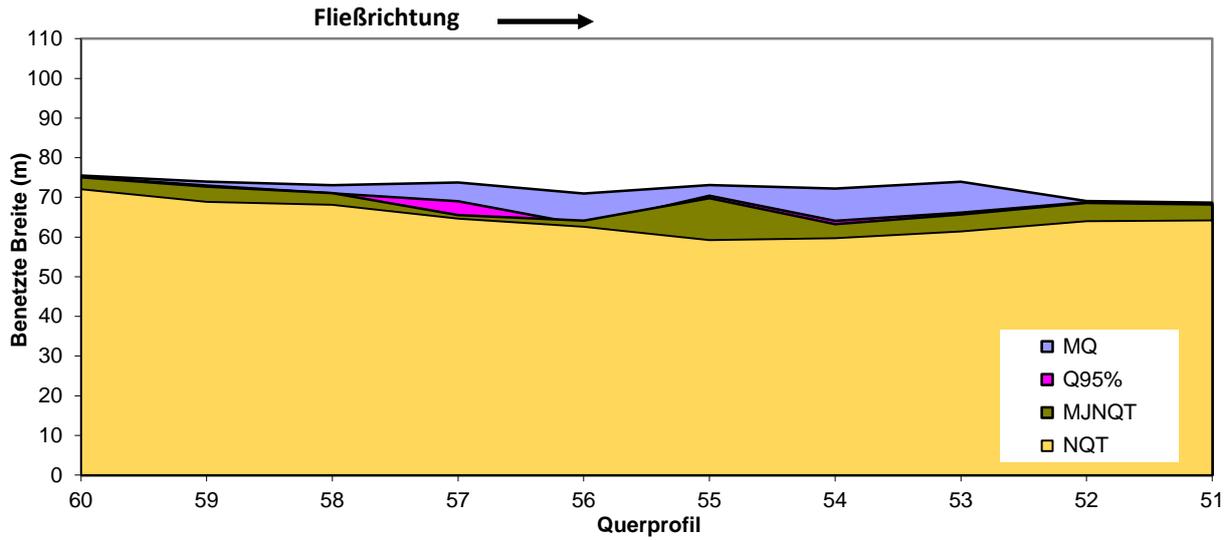


Abbildung 66: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 6 (Profile 60-51) bei vier Durchflüssen.

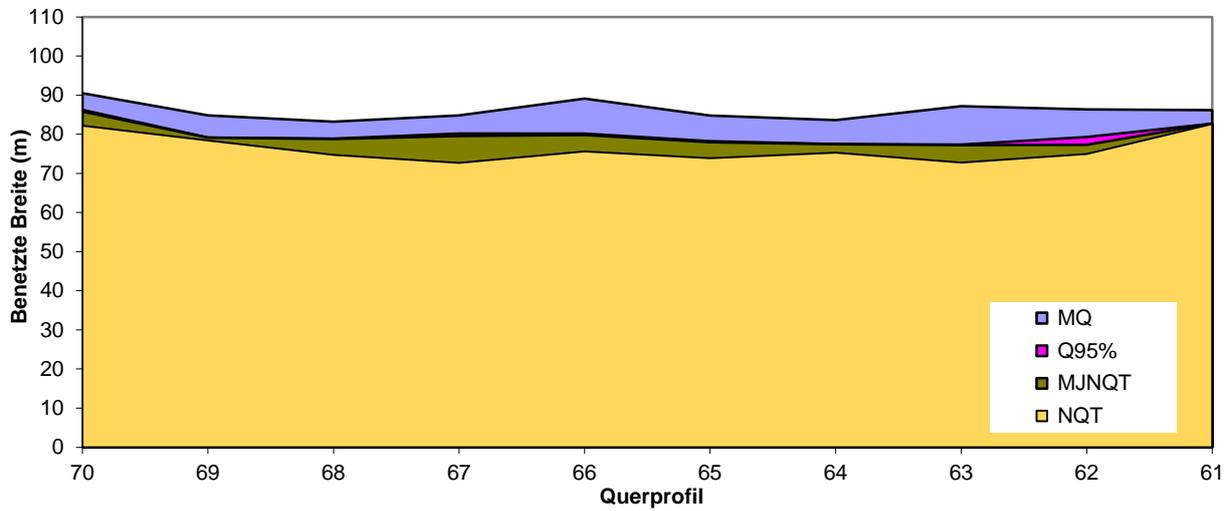


Abbildung 67: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 7 (Profile 70-61) bei vier Durchflüssen.

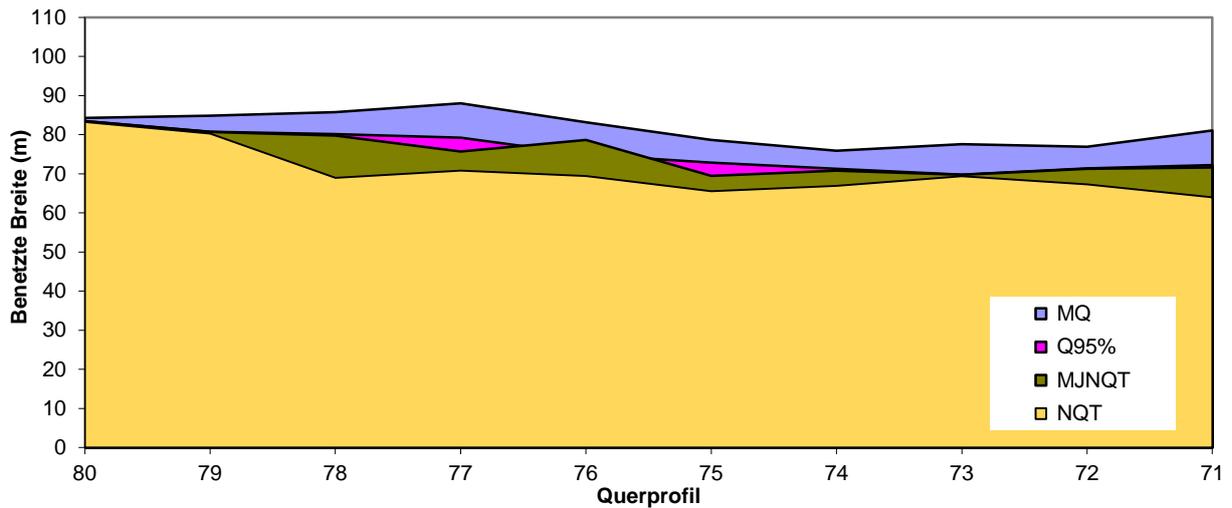


Abbildung 68: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 8 (Profile 80-71) bei vier Durchflüssen.

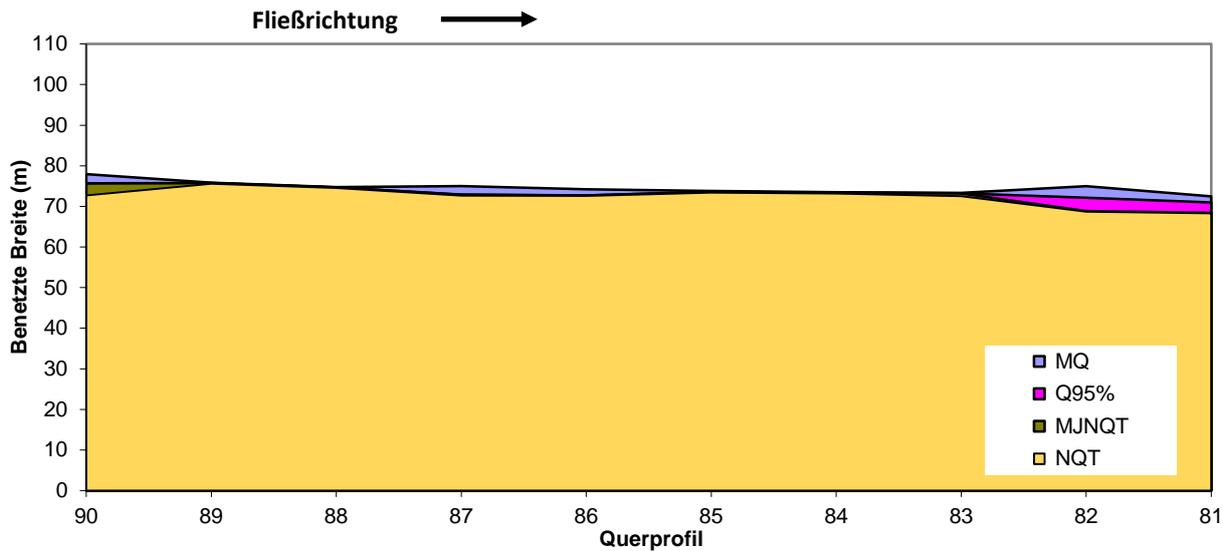


Abbildung 69: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 9 (Profile 90-81) bei vier Durchflüssen.

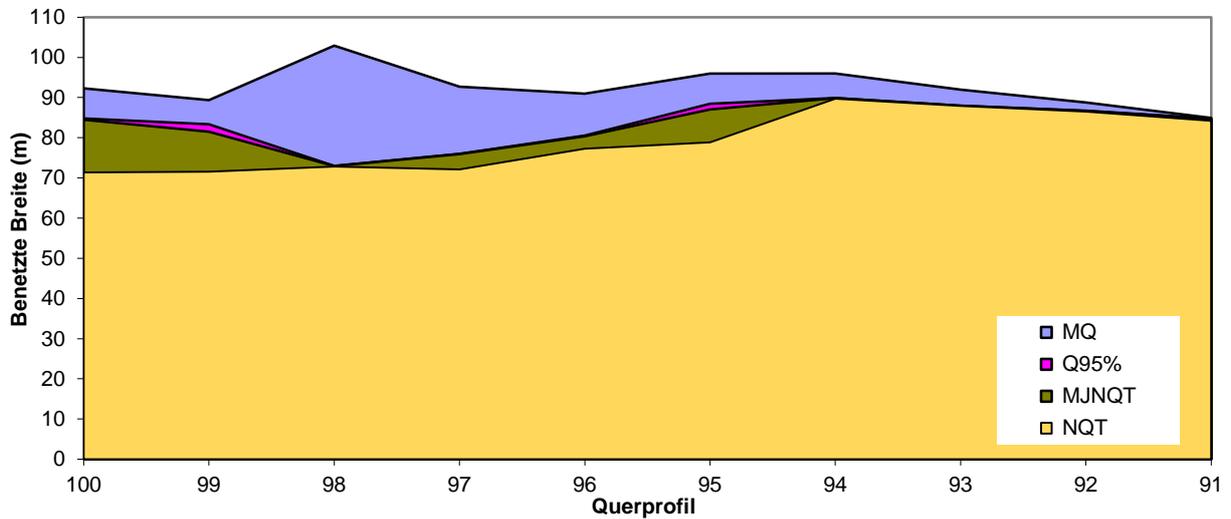


Abbildung 70: Benetzte Breite bzw. Fläche in Untersuchungsabschnitt 10 (Profile 100-91) bei vier Durchflüssen.

Tabelle 16 - Verhältnis (%) der benetzten Breite in den Abschnitten 1-10 zwischen Fluss-km 137,509-103,920 bei vier Durchflüssen zu jener bei MQ für den steirischen Pflichtwasser-Leitfaden (Land Steiermark 2016) (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Durchfluss	Abschnitt / Prozent von MQ (%)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gesamt
NQ _T	84,5	91,6	77,3	91,6	92,6	89,0	88,7	86,5	97,1	85,6	88,6
MJNQ _T	89,8	93,3	85,3	94,8	95,6	94,4	92,5	92,0	97,7	89,8	92,6
Q _{95%}	91,0	94,1	86,5	95,7	96,9	95,1	92,9	92,6	98,6	90,2	93,4
MQ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.5. Benetzte Fläche

Die produktive Wasserfläche (bezogen auf 200 m Gewässerstrecke) als weiteres Maß für die Größe des Lebensraumes der aquatischen Biozönosen verhält und verändert sich in der Untersuchungsstrecke der Grenzmur ganz ähnlich wie die benetzte Breite (Abbildungen 60, 71; Tabelle 17). Die benetzte Wasserfläche in den einzelnen Abschnitten bei Durchfluss 1 (NQ_T) zeigen die Abbildungen 72-81.

Im Verhältnis zur Wasserfläche bei $MJNQ_T$ (Durchfluss 2) repräsentiert die aktive Fläche beim geringsten Durchfluss 1 (NQ_T) in den einzelnen Abschnitten des Untersuchungsgebietes zwischen etwa 90,4% (Abschnitt 3) und 99,2% (Abschnitt 9); im Durchschnitt sind es 95,0% (Tabelle 17). Die Verminderung der Wasserfläche bei NQ_T in Relation zu jener bei $MJNQ_T$ ist also gering (im Durchschnitt 5%). Im Vergleich zur benetzten Fläche bei MQ (Durchfluss 4) ist die Verminderung der Wasserfläche bei NQ_T (Durchfluss 1) naturgemäß höher. Dennoch ist die Abnahme verhältnismäßig gering und beträgt im Durchschnitt nur etwa 12%; in den einzelnen Abschnitten sind es 3-22% (Abbildung 71, Tabelle 17).

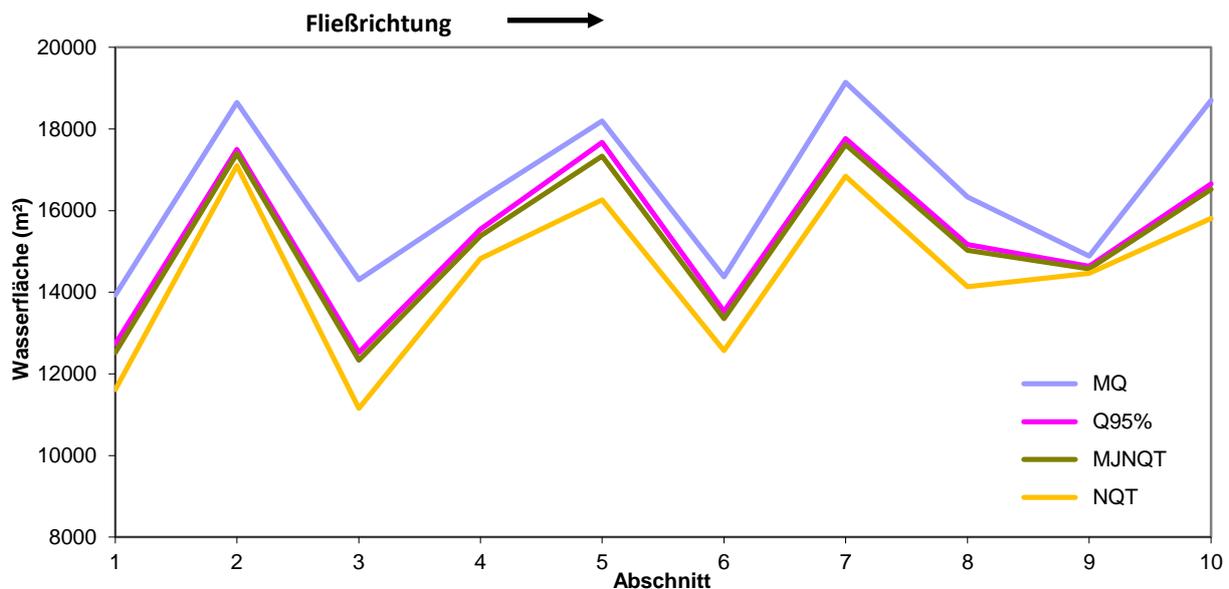


Abbildung 71: Mittlere benetzte Fläche (Gewässerstrecke 200 m) in den Untersuchungsabschnitten 1-10 bei vier Durchflüssen.

Tabelle 17 - Benetzte Fläche (Gewässerstrecke 200 m) in den Abschnitten 1-10 zwischen Fluss-km 137,509-103,920 bei vier Durchflüssen und Verhältnis zu jener bei MJNQ_T und MQ (gleiche Farben bezeichnen gleiche Durchflüsse).

Abschnitt	Durchfluss Q	Fläche (m ²)	% von MJNQ _T	% von MQ
1	NQ _T	11618,1	92,7	83,4
1	MJNQ _T	12527,0	100,0	89,9
1	Q _{95%}	12730,8	101,6	91,4
1	MQ	13930,5	109,4	100,0
2	NQ _T	17099,8	98,3	91,7
2	MJNQ _T	17397,8	100,0	93,3
2	Q _{95%}	17499,1	100,6	93,8
2	MQ	18650,8	106,6	100,0
3	NQ _T	11153,0	90,4	78,0
3	MJNQ _T	12332,5	100,0	86,2
3	Q _{95%}	12523,5	101,5	87,5
3	MQ	14304,7	114,2	100,0
4	NQ _T	14824,6	96,4	91,0
4	MJNQ _T	15379,3	100,0	94,4
4	Q _{95%}	15541,3	101,1	95,4
4	MQ	16294,7	104,8	100,0
5	NQ _T	16262,2	93,8	89,4
5	MJNQ _T	17334,8	100,0	95,3
5	Q _{95%}	17674,5	102,0	97,1
5	MQ	18194,5	102,9	100,0
6	NQ _T	12570,9	94,2	87,4
6	MJNQ _T	13350,6	100,0	92,8
6	Q _{95%}	13531,5	101,4	94,1
6	MQ	14378,8	106,3	100,0
7	NQ _T	16845,0	95,6	88,0
7	MJNQ _T	17619,1	100,0	92,0
7	Q _{95%}	17765,0	100,8	92,8
7	MQ	19141,4	107,7	100,0
8	NQ _T	14138,7	94,1	86,5
8	MJNQ _T	15026,0	100,0	92,0
8	Q _{95%}	15171,1	101,0	92,9
8	MQ	16336,2	107,7	100,0
9	NQ _T	14462,7	99,2	97,1
9	MJNQ _T	14572,5	100,0	97,9
9	Q _{95%}	14635,5	100,4	98,3
9	MQ	14888,2	101,7	100,0
10	NQ _T	15811,5	95,7	84,5
10	MJNQ _T	16522,2	100,0	88,3
10	Q _{95%}	16655,7	100,8	89,1
10	MQ	18701,7	112,3	100,0
Gesamt	NQ _T	144786,5	95,2	87,8
Gesamt	MJNQ _T	152061,9	100,0	92,3
Gesamt	Q _{95%}	153728,1	101,1	93,3
Gesamt	MQ	164821,4	107,2	100,0

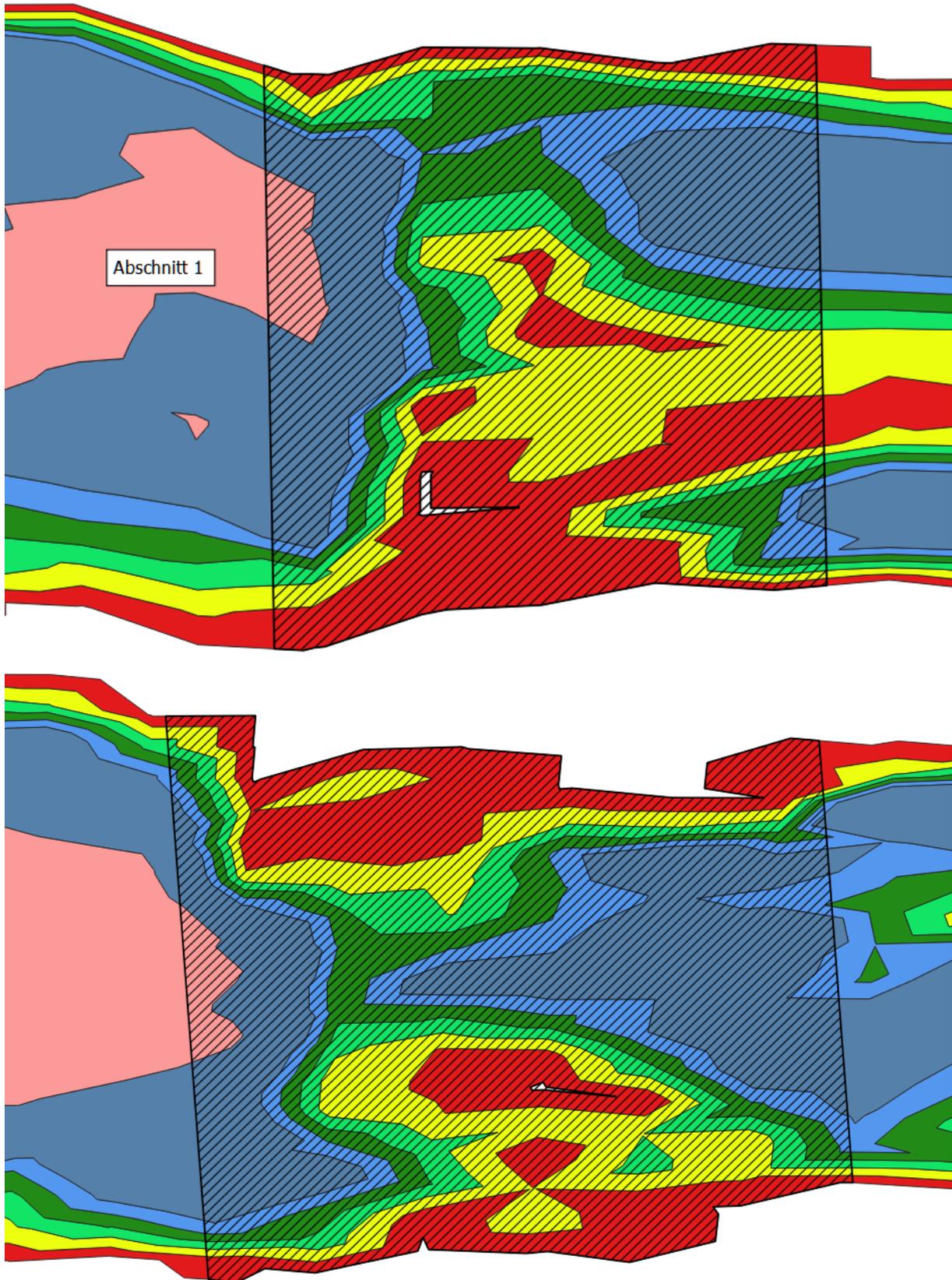


Abbildung 72: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 1 (zweigeteilt) bei NQ_7 .

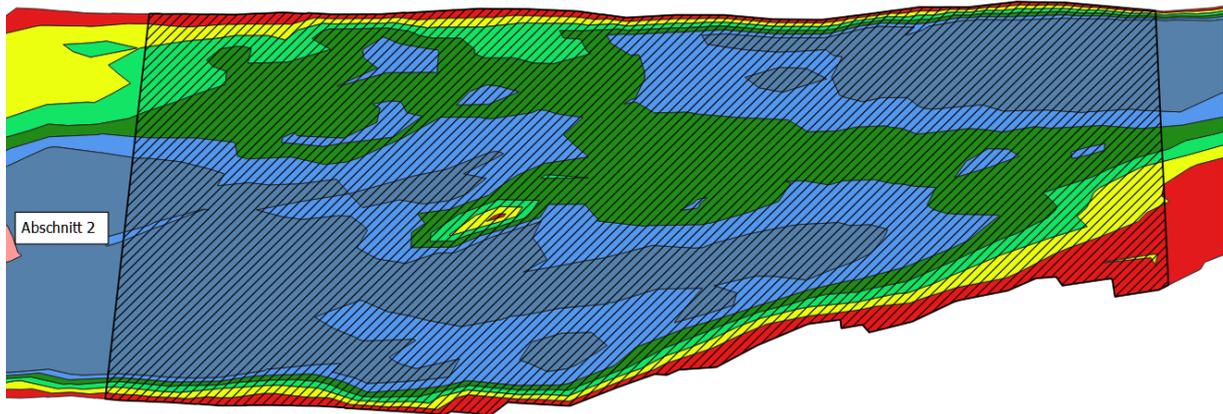


Abbildung 73: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ_T .

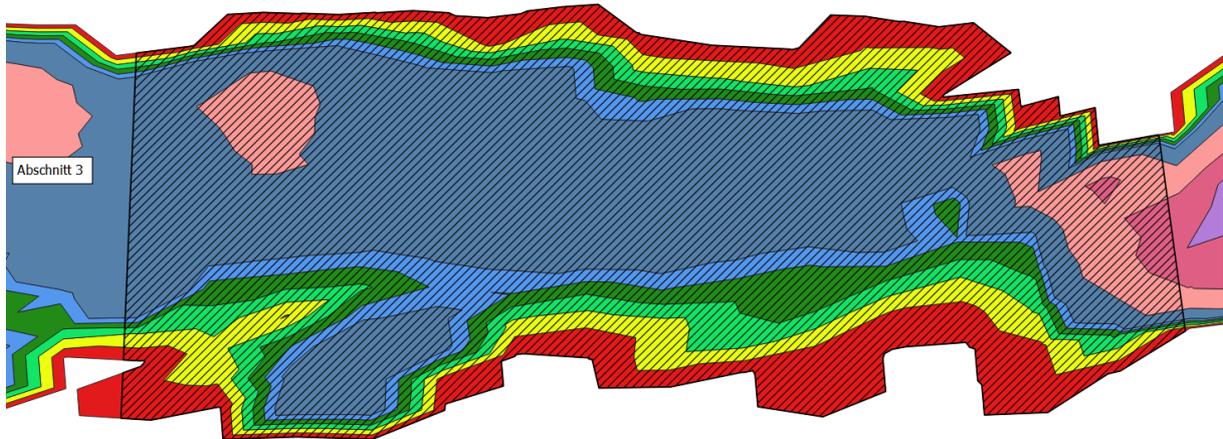


Abbildung 74: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ_T .

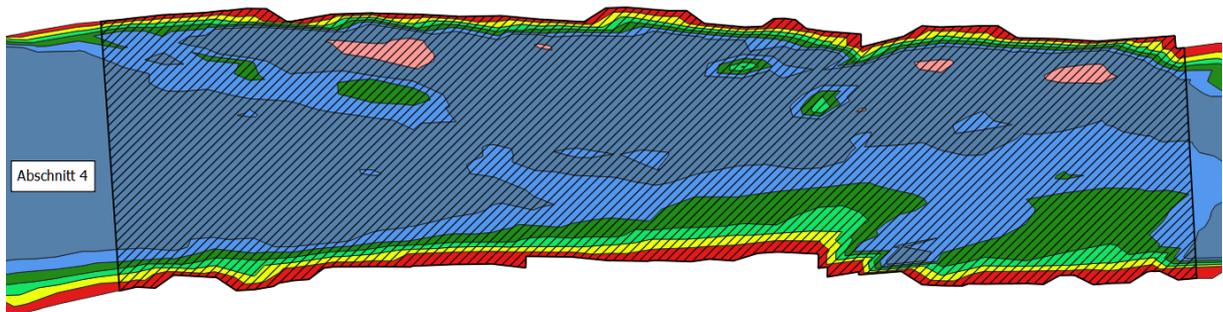


Abbildung 75: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ_T .

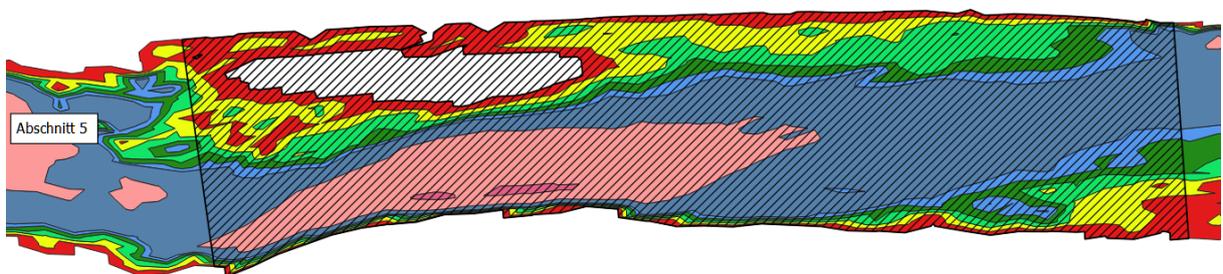


Abbildung 76: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ_T .

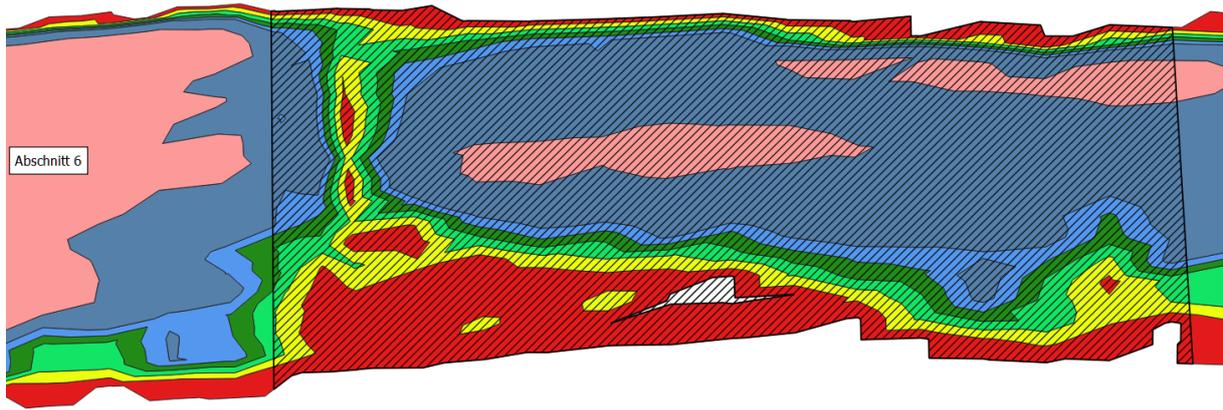


Abbildung 77: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_T .

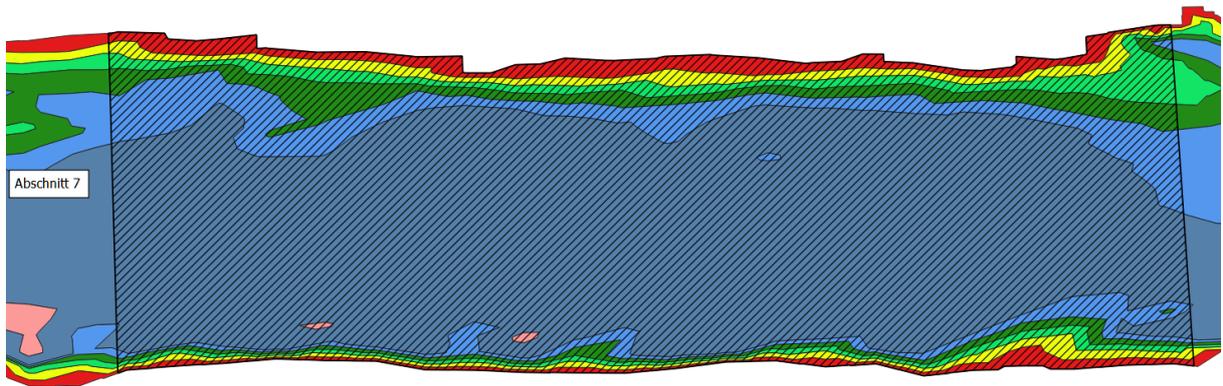


Abbildung 78: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ_T .

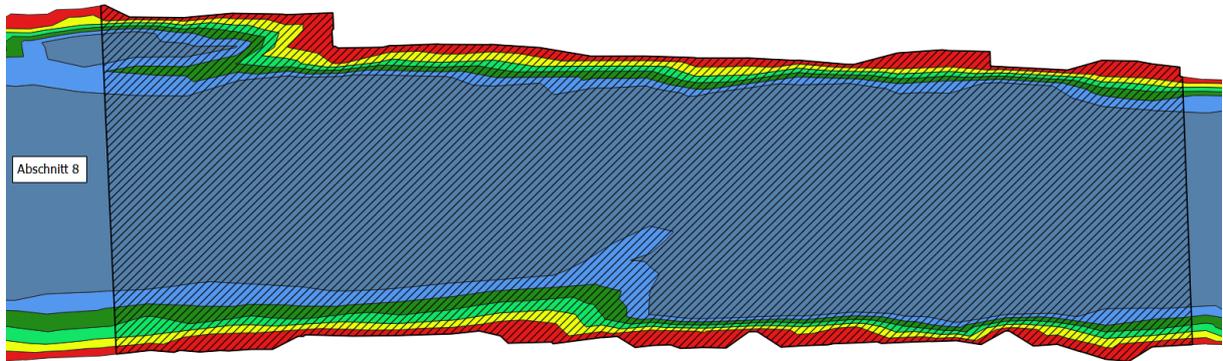


Abbildung 79: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 8 bei NQ_T .

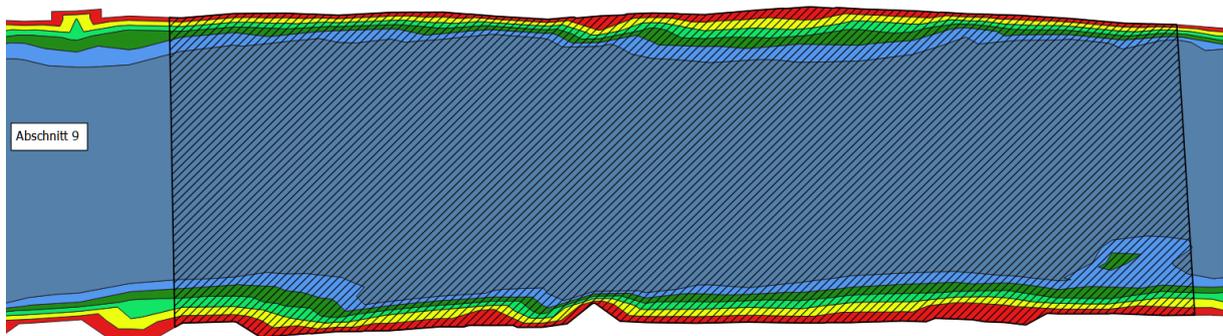


Abbildung 80: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ_T .

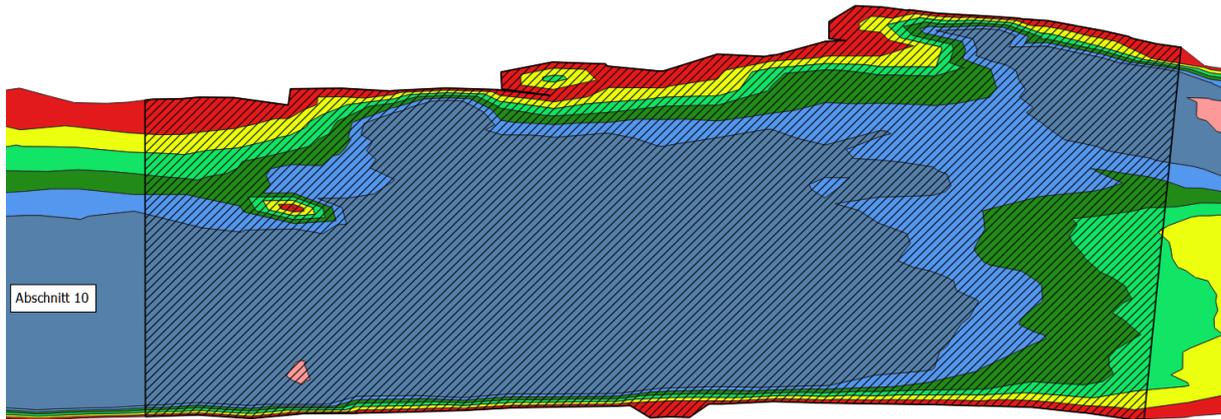


Abbildung 81: Benetzte Fläche in Untersuchungsabschnitt 10 bei NQ_T .

5. DISKUSSION

Zehn repräsentative seichte Abschnitte wurden in der Mur zwischen Fluss-km 137,509 und Fluss-km 103,920, das ist zwischen der Wehranlage Ceršak und der Staatsgrenze bei Sicheldorf in der Gemeinde Bad Radkersburg, untersucht. Aus dem zur Verfügung gestellten digitalen Modell konnten die Parameter Mindestwassertiefe, Tiefe im Talweg, maximale Fließgeschwindigkeit, benetzte Breite und benetzte Fläche bestimmt und evaluiert werden. Auf der Grundlage dieser Parameter wurde nach den Vorgaben der QZV Ökologie, Anlage G, eine ökologisch begründete Mindestdotations bestimmt. Die erforderlichen Mindestwerte sind im Kapitel 3.3 dargestellt. Als charakteristische Durchflüsse wurden das MQ , $MJNQ_T$, $Q_{95\%}$ (Q_{347}) und NQ_T verwendet, wobei zur Ermittlung der Mindestwasserführung besonders die geringen Durchflüsse (NQ_T , $MJNQ_T$) relevant sind.

Als entscheidender Faktor für die Ermittlung der Mindestdotations hat sich im Untersuchungsgebiet der Grenzmur die maximale Wassertiefe im Querprofil herausgestellt.

Von der QZV Ökologie, Anlage G, wird eine Mindesttiefe von 0,30 m im Transekt im Epipotamal gefordert. Im Talweg ist eine Tiefe von 0,40 m verlangt. Während die Tiefe im Talweg in allen Abschnitten sowie insgesamt bereits bei einem Durchfluss von NQ_T eingehalten und auch merklich übertroffen wird, wird die Mindesttiefe im Querprofil bei diesem Durchfluss in den Abschnitten 1-5 und 7-10 ebenfalls eingehalten oder wesentlich übertroffen (Tabellen 3-13, 18). Lokale Sedimentablagerungen im Übergang von zwei Tiefenrinnen, wie z.B. im Abschnitt 2 (Abbildung 17), können zu geringeren Wassertiefen im Wanderkorridor führen. Allerdings werden auch hier bei NQ_T bereits die Mindestanforderungen eingehalten (Tabellen 4, 18). Lediglich im Abschnitt 6 wird in einem lokal eng begrenzten Profil an der natürlichen Sohlschwelle bei Misselsdorf die Mindesttiefe bei NQ_T nicht erreicht und sehr wahrscheinlich um 0,03 m unterschritten (Tabellen 8, 18). Beim Durchfluss von $MJNQ_T$ wird die geforderte Mindesttiefe jedenfalls bereits erreicht (Tabelle 8).

Das digitale Modell zeigt, dass auch bei einer Dotations mit dem NQ_T ($37,47 \text{ m}^3/\text{s}$) das Wehr Ceršak für aufwärts wandernde Organismen durchgängig ist. Die Wassertiefe beträgt dabei

zumindest 0,41 m (Abbildung 11). Während die Wassertiefe bei $MJNQ_T$ (57,96 m³/s) noch weiter zunimmt (mindestens 0,51 m), verringert sie sich bei $Q_{95\%}$ (64,9 m³/s) in den Passagen auf $\geq 0,31$ m (Abbildungen 11, 12). Die von der QZV Ökologie geforderte Wassertiefe wird damit jedenfalls erreicht, sodass von einer Durchgängigkeit auszugehen ist. Möglicherweise ist jedoch diese Abnahme der Wassertiefe mit zunehmender Wasserführung ein methodenbedingtes Artefakt. Da die Wehranlage ein künstliches Bauwerk ist, sind zur Erleichterung der Passierbarkeit für aquatische Organismen gegebenenfalls bauliche oder strukturelle Verbesserungen erforderlich.

Der von der QZV Ökologie, Anlage G, geforderte Mindestwert von 0,3 m/s für die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor (als Untergrenze für das positiv rheotaktische Verhalten von Fischen) wird bei der Wasserführung von NQ_T bereits in sämtlichen untersuchten Profilen ganz erheblich übertroffen (Tabellen 3-12, 14, 18). Daher ist selbst bei einem Durchfluß von NQ_T eine ungehinderte Orientierung von aufsteigenden aquatischen Organismen und insbesondere Fischen möglich. Dies zeigte sich auch im stellvertretend für tiefe und langsam fließende (lenitische) Strecken untersuchten Abschnitt 5a. Auch hier treten bereits bei NQ_T ausreichend hohe Fließgeschwindigkeiten auf, nämlich 0,4-0,5 m/s, die eine uneingeschränkte Orientierung für Fische ermöglichen.

Die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit (Mindestfließgeschwindigkeit v_{min}), für die es ebenfalls Anforderungen der QZV Ökologie, Anlage G, in den pessimalen Schnellen gibt, ließ sich aus dem digitalen Modell nicht ableiten. Daher können darüber keine Aussagen gemacht werden. Aufgrund der auftretenden und oft hohen Fließgeschwindigkeiten ist jedoch anzunehmen, dass die Vorgaben (0,3 m/s) in den Schnellen erreicht werden.

Über die QZV Ökologie hinausgehend sind die Erfordernisse an die benetzte Breite oder an die Größe der Wasserfläche. Wasserspiegelbreite und benetzte Fläche bestimmen ganz wesentlich die Größe des potentiell von der Fließgewässerbiozönose besiedelbaren Lebensraumes. Daher muss dieser eine Mindestgröße aufweisen (z.B. Mader 1993, 2000). Besonders relevant ist dies für die größeren Organismen wie Fische. Wir nehmen als Richtwert bei Mindestdotations routinemäßig mindestens 80% der Breite bei $MJNQ_T$ sowie $\geq 70\%$ der Fläche bei $MJNQ_T$. Diese Werte wurden aus Untersuchungen von Mader (1993, 2000) und eigenen unveröffentlichten Erkenntnissen abgeleitet. In der QZV Ökologie findet sich dazu nur ein Vermerk ohne konkrete Richtwerte oder Grenzen (sh. Kapitel 3.3.1). Diese Orientierungswerte in Relation zu jenen bei $MJNQ_T$ werden sowohl in Bezug auf die benetzte Breite als auch die Wasserfläche bereits bei einem Durchfluss von NQ_T eingehalten (Tabellen 15, 17, 18).

Tabelle 18 - Notwendige Wassermengen zur Einhaltung der Parameter der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018, Anlage G, sowie weiterer ökologisch relevanter Erfordernisse (nach Mader 1993, 2000) in der Untersuchungsstrecke und Niederwasser-Kennwerte.

Parameter	Durchfluss Q
Mindesttiefe (T_{\min})	NQ_T ($MJNQ_T$)
Mindestfließgeschwindigkeit (v_{\min}), pessimale Schnelle	(NQ_T)
Mindestfließgeschwindigkeit (v_{\max}), Leitströmung im Wanderkorridor	$<NQ_T$
Mittlere Wassertiefe im Talweg (T_{LR})	$<NQ_T$
Benetzte Breite (80% von $MJNQ_T$)	$<NQ_T$
50% $MJNQ_T$	128,4% NQ_T
NQ_T	NQ_T
Benetzte Fläche (70% von $MJNQ_T$)	$<NQ_T$
Nötige Mindestdotations daher	NQ_T (- $MJNQ_T$)

Zu einer allgemeinen Orientierung werden weiters die Vorgaben des steirischen Pflichtwasser-Leitfadens (Land Steiermark 2016) für die Zwecke des Naturschutzes kurz betrachtet. Dieser hat jedoch nur für Gewässer mit einem Mittelwasserabfluss von weniger als 20 m³/s Gültigkeit. Die Mur weist im Untersuchungsgebiet jedoch ein MQ von mindestens 149 m³/s auf (Tabelle 1). Die darin geforderten Habitatparameter-Werte für Wassertiefen und Fließgeschwindigkeit im Epipotamal sind identisch mit jenen der QZV Ökologie, Anlage G. Da letztere die Kriterien zur Bestimmung der Mindestdotations waren, werden damit diese Erfordernisse des Pflichtwasser-Leitfadens vollumfänglich erfüllt.

Nach dem steirischem Pflichtwasser-Leitfaden sollen bei Mindestdotations rund 70% der Breite des Gewässerbettes (bei MQ) benetzt sein (Land Steiermark 2016). Auch diese Forderung wird bei einer Mindestdotations von NQ_T (Durchfluss 1) insgesamt und in jedem einzelnen Abschnitt erfüllt (Tabelle 16). Dies trifft in gleichem Maß auch auf die Wasserfläche zu (Tabelle 17).

Tabelle 19 - Notwendige Mindestdotationen zur Einhaltung der Parameter der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018, Anlage G, in den einzelnen Abschnitten der Untersuchungsstrecke.

Abschnitt	Erforderliche Mindestdotation
1	NQ _T
2	NQ _T
3	NQ _T
4	NQ _T
5	NQ _T
5a	NQ _T
6	MJNQ _T
7	NQ _T
8	NQ _T
9	NQ _T
10	NQ _T

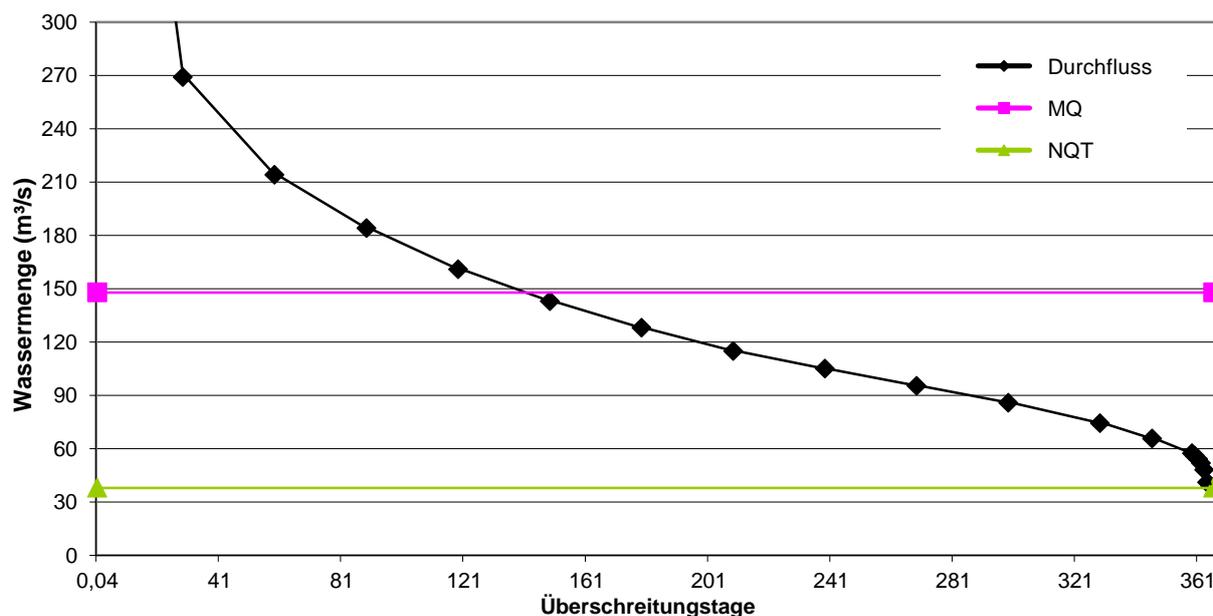


Abbildung 82: Überschreitungsdauer in der Grenzmur im pessimalen Abschnitt 6 (Zeitreihe 1990-2017) aus Daten des Pegels Mureck (Quelle: eHYD).

Aus den Erfordernissen der QZV Ökologie ergibt sich die in der Tabelle 19 dargestellte Mindestdotation in den einzelnen Abschnitten der Untersuchungsstrecke. Da der Abschnitt 6 nur eine geringe Distanz flussab des Pegel Mureck liegt, sind die Daten dieses Pegels aus dem eHYD gut geeignet für diese Aussage. Im Abschnitt 6 wird ein Durchfluss in Höhe des NQ_T an dieser Stelle (37,95 m³/s) an 365 Tagen des Regeljahres (Zeitreihe 1990-2017, 28 Jahre) zumindest leicht überschritten (Abbildung 82). Das MJNQ_T (58,62 m³/s), bei dem die geforderte Mindesttiefe erst in allen Profilen eingehalten wird, wird an rund 359 Tagen

erreicht oder überschritten. Damit wird hier die nach QZV Ökologie geforderte Mindesttiefe auch natürlicherweise zumindest knapp und kurzzeitig (maximal etwa 6 Tage pro Jahr) unterschritten. Abhängig von der Höhe einer eventuellen zukünftigen Entnahmemenge würde die geforderte Mindesttiefe bei NQ_T somit geringfügig, d.h. um etwa 0,03 m, an einer eng begrenzten Stelle unterschritten. Für die Passierbarkeit dieses Abschnittes ist diese geringe und lokale Unterschreitung der Mindesttiefe an wenigen Tagen eines Jahres kein gravierendes gewässerökologisches Problem, wenn in der übrigen Zeit aus dem Zwischeneinzugsgebiet oder über natürlichen Zufluss ausreichend Wasser ankommt. Bei höheren Entnahmemengen wäre eine Mindestdotationshöhe in Höhe des $MJNQ_T$ angebracht, um eine länger dauernde – wenn auch nur eng begrenzte – Unterschreitung der erforderlichen Mindestwassertiefe zu vermeiden. Dennoch ist es ratsam, die Mindestdotationshöhe bei künftigen Nutzungen projektspezifisch zu bestimmen und zu konkretisieren (insbesondere z.B. bei kumulierten Entnahmen).

Aussagen zur Abflussdynamik, wie ebenfalls in der QZV Ökologie gefordert, waren nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Diese wären auch abhängig von der Höhe einer eventuellen Ausleitung.

Fazit

Mit einer Mindestdotationshöhe in Höhe des NQ_T liegen nach den Vorgaben der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018 in der Grenzmur zwischen Fluss-km 137,509 (Wehranlage Ceršak) und Fluss-km 103,920 (Staatsgrenze bei Sieldorf) solche hydromorphologische Bedingungen vor, unter denen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die für den guten Zustand der biologischen Qualitätskomponenten festgelegten Werte langfristig erreicht werden können. Auch das Wehr Ceršak ist dabei durchgängig und die augenscheinlich langsam fließenden und tiefen Mur-Abschnitte bieten ausreichend hohe Fließgeschwindigkeiten, um Fischen die Orientierung zu ermöglichen. Da die Wehranlage Ceršak ein künstliches Bauwerk ist, sind zu einer möglichen Erleichterung der Passierbarkeit für aquatische Organismen gegebenenfalls bauliche oder strukturelle Adaptationen erforderlich.

Im Bereich einer Ausleitung um die natürliche Sohlschwelle bei Misselsdorf (Abschnitt 6) wäre im Rahmen eines wasserrechtlichen Verfahrens für eine eventuelle, zukünftige Ausleitung – je nach Höhe einer entnommenen Wassermenge – eventuell eine Mindestdotationshöhe in Höhe des $MJNQ_T$ zu überlegen. Eine konkrete Mindestdotationshöhe sollte jedoch immer in einer Einzelfallbetrachtung bestimmt werden.

Aussagen zur Abflussdynamik waren nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Zehn repräsentative seichte Abschnitte wurden in der Mur zwischen Fluss-km 137,509 und Fluss-km 103,920, d.h. zwischen der Wehranlage Ceršak und der Staatsgrenze bei Sicheldorf in der Gemeinde Bad Radkersburg, untersucht. Pro Abschnitt wurden 10 Profile evaluiert. Auch das Wehr Ceršak wurde auf seine Organismendurchgängigkeit und ein besonders langsam fließender und tiefer Streckenabschnitt auf die Mindestfließgeschwindigkeit im Wanderkorridor überprüft.

Mittels eines digitalen Modells, das auf einer Laserscan-Aufnahme und einer Befahrung mit einem Multi-Beam-Sonar basierte, wurden die Parameter Mindestwassertiefe, Tiefe im Talweg, maximale Fließgeschwindigkeit, benetzte Breite und benetzte Fläche evaluiert. Auf der Grundlage dieser Parameter wurde nach den Vorgaben der QZV Ökologie, Anlage G, eine ökologisch begründete Mindestdotations bestimmt. Als charakteristische Durchflüsse wurden das MQ , $MJNQ_T$, $Q_{95\%}$ (Q_{347}) und NQ_T verwendet, wobei zur Ermittlung der Mindestwasserführung besonders die geringen Durchflüsse (NQ_T , $MJNQ_T$) relevant sind.

Der bestimmende Faktor zur Ermittlung der Mindestdotations in der Grenzmur, die dem Epipotamal zuzurechnen ist, war die maximale Wassertiefe im Querprofil. Die von der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F., Anlage G, geforderte Mindesttiefe von 0,30 m im Querprofil wird bei einer Dotations mit dem NQ_T in den Abschnitten 1-5 und 7-10 und ebenso am Wehr Ceršak eingehalten oder wesentlich übertroffen. Lediglich im Abschnitt 6 wird dabei lokal eng begrenzt an der natürlichen Sohlschwelle bei Misselsdorf die Mindesttiefe nicht erreicht und sehr wahrscheinlich um 0,03 m unterschritten. Bei einem Durchfluss von $MJNQ_T$ wird die geforderte Mindesttiefe jedoch erreicht.

Der erforderliche Mindestwert von 0,3 m/s für die Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor wird bei der Wasserführung von NQ_T bereits in sämtlichen untersuchten Profilen ganz erheblich übertroffen, sodass bei dieser Dotations eine ungehinderte Orientierung von aufsteigenden aquatischen Organismen und insbesondere Fischen möglich ist. Dies ist auch in den tiefen und langsam fließenden Bereichen der Fall, wie exemplarisch an einem Beispiel dargestellt ist (Mindestfließgeschwindigkeit 0,4-0,5 m/s).

Die mittlere Querschnittsgeschwindigkeit (v_{min}), für die es ebenfalls Anforderungen der QZV Ökologie, Anlage G, in den pessimalen Schnellen gibt, ließ sich aus dem digitalen Modell nicht ableiten. Aufgrund der auftretenden und oft hohen Fließgeschwindigkeiten ist jedoch anzunehmen, dass die Vorgaben (0,3 m/s) in den Schnellen erreicht werden.

Über die QZV Ökologie hinausgehend, in der sich nur ein Vermerk ohne konkrete Richtwerte findet, sind die Erfordernisse an die benetzte Breite oder an die Wasserfläche. Die hier verwendeten Richtwerte bei Mindestdotations, nämlich mindestens 80% der Breite und 70% der Wasserfläche bei $MJNQ_T$, werden ebenfalls bei einem Durchfluss von NQ_T eingehalten.

Die Vorgaben des steirischen Pflichtwasser-Leitfadens (Land Steiermark 2016) für die Zwecke des Naturschutzes haben nur für Gewässer mit einem Mittelwasserabfluss von weniger als 20 m³/s Gültigkeit und sind daher für die Grenzmur nicht anzuwenden. Sie werden zur

Orientierung dennoch kurz betrachtet. Die darin geforderten Mindestwerte für die Habitatparameter Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit sind identisch mit jenen der QZV Ökologie, Anlage G, und werden daher entsprechend vollumfänglich erfüllt. Weiters sollen bei Mindestdotations rund 70% der Breite des Gewässerbettes (bei MQ) benetzt sein. Auch diese Forderung wird bei einer Mindestdotations von NQ_T insgesamt und in jedem einzelnen Abschnitt erfüllt. Dies trifft in gleichem Maß auch auf die Wasserfläche zu .

Aus den Erfordernissen der Qualitätszielverordnung Ökologie OG 2010 i.d.g.F. 2018 ergibt sich, dass bei einer Mindestdotations in Höhe des NQ_T in der Grenzmur zwischen Fluss-km 137,509 (Wehranlage Ceršak) und Fluss-km 103,920 (Staatsgrenze bei Sieldorf) solche hydromorphologische Bedingungen vorliegen, unter denen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die für den guten Zustand der biologischen Qualitätskomponenten festgelegten Werte langfristig erreicht werden können. Auch das Wehr Ceršak ist dabei durchgängig und die augenscheinlich langsam fließenden und tiefen Mur-Abschnitte bieten ausreichend hohe Fließgeschwindigkeiten, um Fischen die Orientierung zu ermöglichen.

Im Bereich einer Ausleitung um die natürliche Sohlschwelle bei Misselsdorf (Abschnitt 6) wäre – je nach Umfang der entnommenen Wassermenge – eventuell eine Mindestdotations in Höhe des $MJNQ_T$ anzuwenden. Die nach QZV Ökologie geforderte Mindesttiefe wird hier bei NQ_T räumlich nur sehr eng begrenzt (ein Profil) und kurzzeitig um etwa 0,03 m unterschritten. Für die Passierbarkeit dieses Abschnittes wäre diese geringe Unterschreitung der Mindesttiefe an wenigen Tagen eines Jahres kein gravierendes gewässerökologisches Problem. Eine konkrete Mindestdotations sollte jedoch immer projektbezogen in einer Einzelfallbetrachtung (abhängig von den geplanten Nutzwassermengen) bestimmt werden.

7. LITERATUR

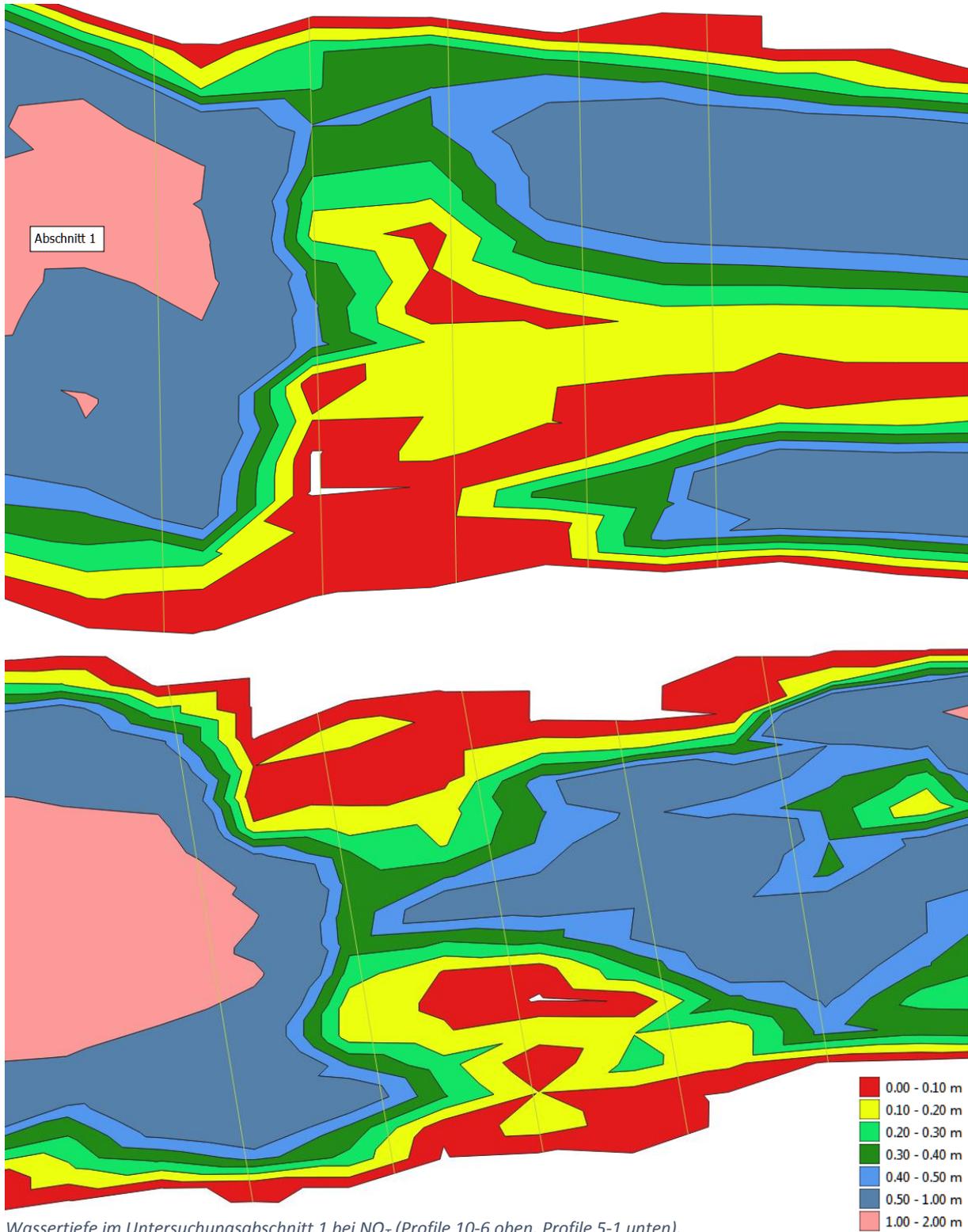
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2011): Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – Erlass (BMLFUW-UW.4.1.4/0002-I/4/2011).
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2017): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- eHYD – Elektronische hydrographische Daten (ohne Jahr): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. <http://ehyd.gv.at>.
- Haunschmid R., Wolfram G., Spindler T., Honsig-Erlenburg W., Wimmer R., Jagsch A., Kainz E., Hehenwarter K., Wagner B., Konecny R., Riedmüller R., Ibel G., Sasano B. & Schotzko N. (2006): Erstellung einer fischbasierten Typologie österreichischer Fließgewässer sowie einer Bewertungsmethode des fischökologischen Zustandes gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. Schriftenreihe des BAW 23: 1-104.
- Land Steiermark (2016): Der Pflichtwasser-Leitfaden. Grundlagen für die ökologische Planung von Wasserkraftanlagen an Fließgewässern mit einem Mittelwasserabfluss kleiner 20 m³/s. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 13, Referat Naturschutz, Graz.
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.) (2001): Empfehlungen zur Ermittlung von Mindestabflüssen in Ausleitungsstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug. 1. Aufl. Schwerin.
- Lugitsch und Partner Ziviltechniker GmbH & Mensuras d.o.o. (2020): Erstellung eines homogenen, digitalen Geländemodells für die Flusssohle der Grenzmur. Technischer Bericht. InterregV-ASI-AT2014-2020 / goMURa SIAT 250. Unveröff. Gutachten i.A. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abt. 14.
- Mader H. (1993): Ausgewählte Problemlösungen zur Dotierwasserabgabe. Wiener Mitt. 113: 99-116.
- Mader H. (2000): Dotierwasserfestlegung auf Basis hydraulischer und flußmorphologischer Kenngrößen. natur+wissenschaft. Schriftenreihe der Stiftung Europäisches Naturerbe (Euronatur) 1/2000: 63-68.
- Mader H., Steidl T. & Wimmer R. (1996): Abflussregime österreichischer Fließgewässer. UBA-Monographien 82: 1-192.
- Moog O., Schmidt-Kloiber A., Ofenböck T. & Gerritsen J. (2001): Aquatische Ökoregionen und Fließgewässer-Bioregionen Österreichs - eine Gliederung nach geoökologischen Milieufaktoren und Makrozoobenthos-Zönosen. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.

- Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (2010): 99. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG). Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich 2010, Teil II: 1-10 und Anlagen.
- Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer (2018): 369. Verordnung der Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus, mit der die Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer geändert wird sowie die Fischgewässerverordnung, die Verordnung zur Verbesserung der Wassergüte der Mur und ihrer Zubringer im Land Steiermark und die Verordnung zur Verbesserung der Wassergüte der Donau und ihrer Zubringer aufgehoben werden. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich 2018, Teil II: 1-4 und Anlagen.
- Wimmer R. & Moog O. (1994): Flussordnungszahlen österreichischer Fließgewässer. UBA Monographien 51: 1-581.
- WISA – Wasserinformationssystem Austria (2020): Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Wien. www.bmnt.gv.at.

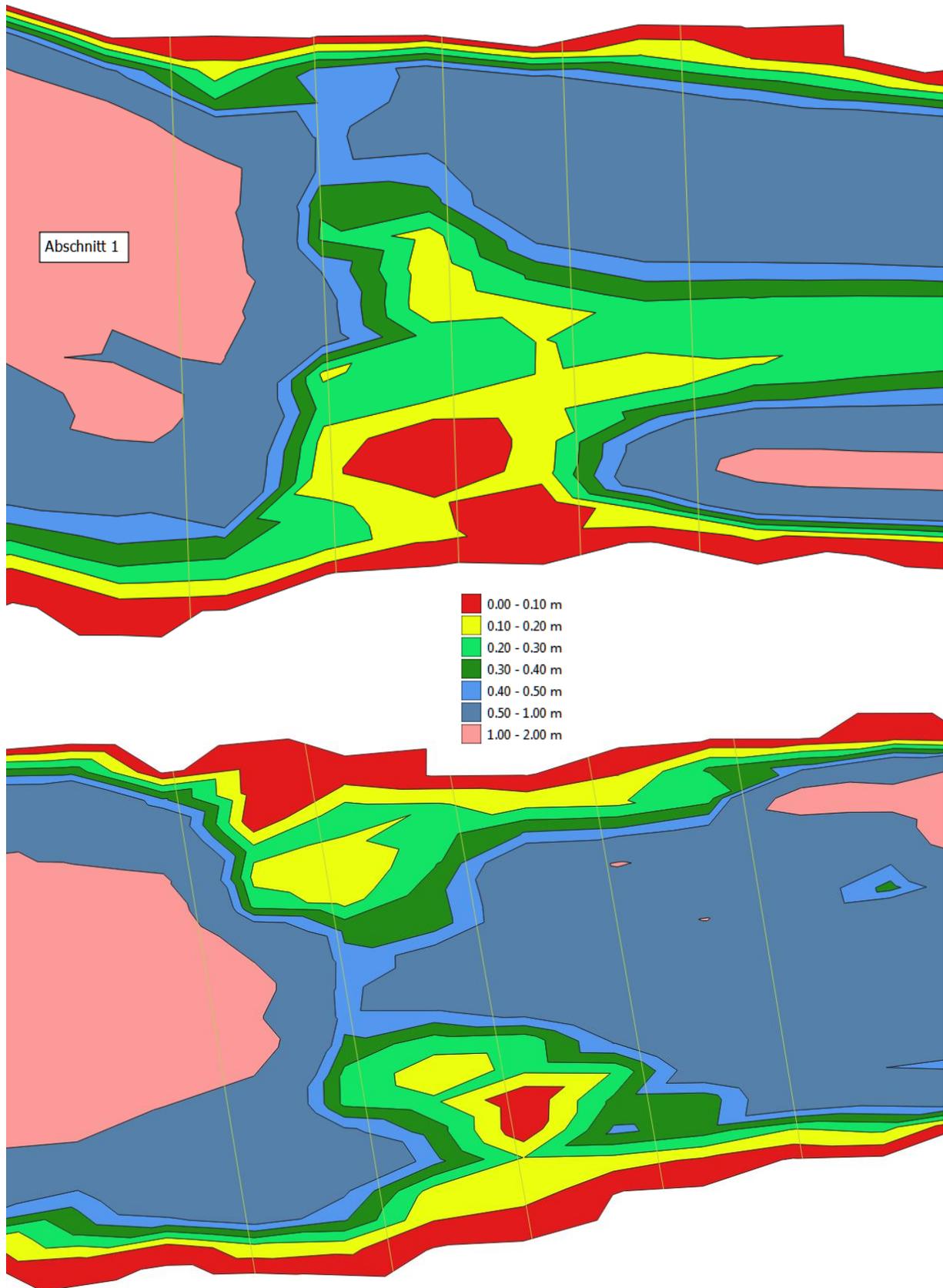
8. ANHANG

8.1. Wassertiefe und benetzte Breite

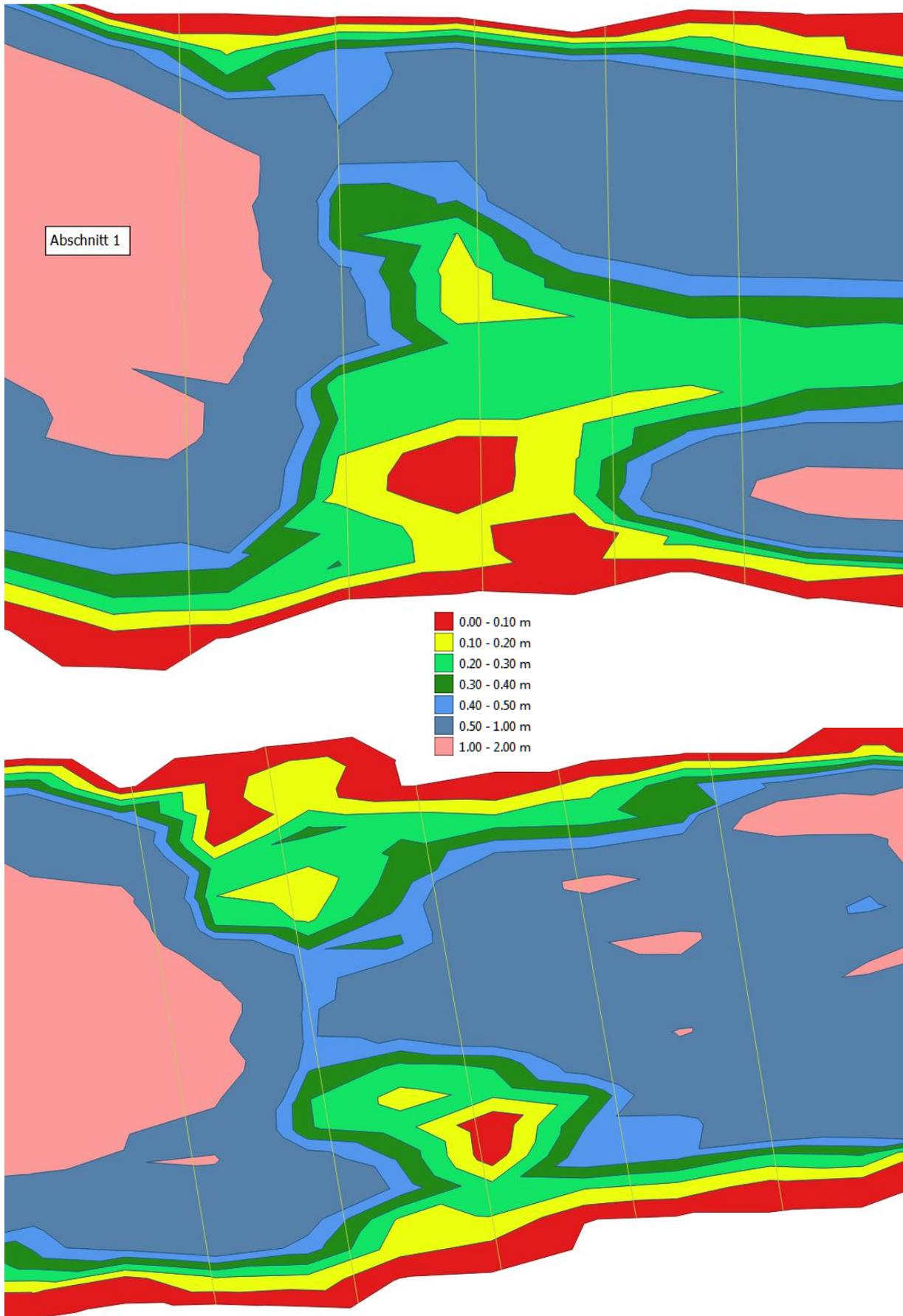
Abschnitt 1



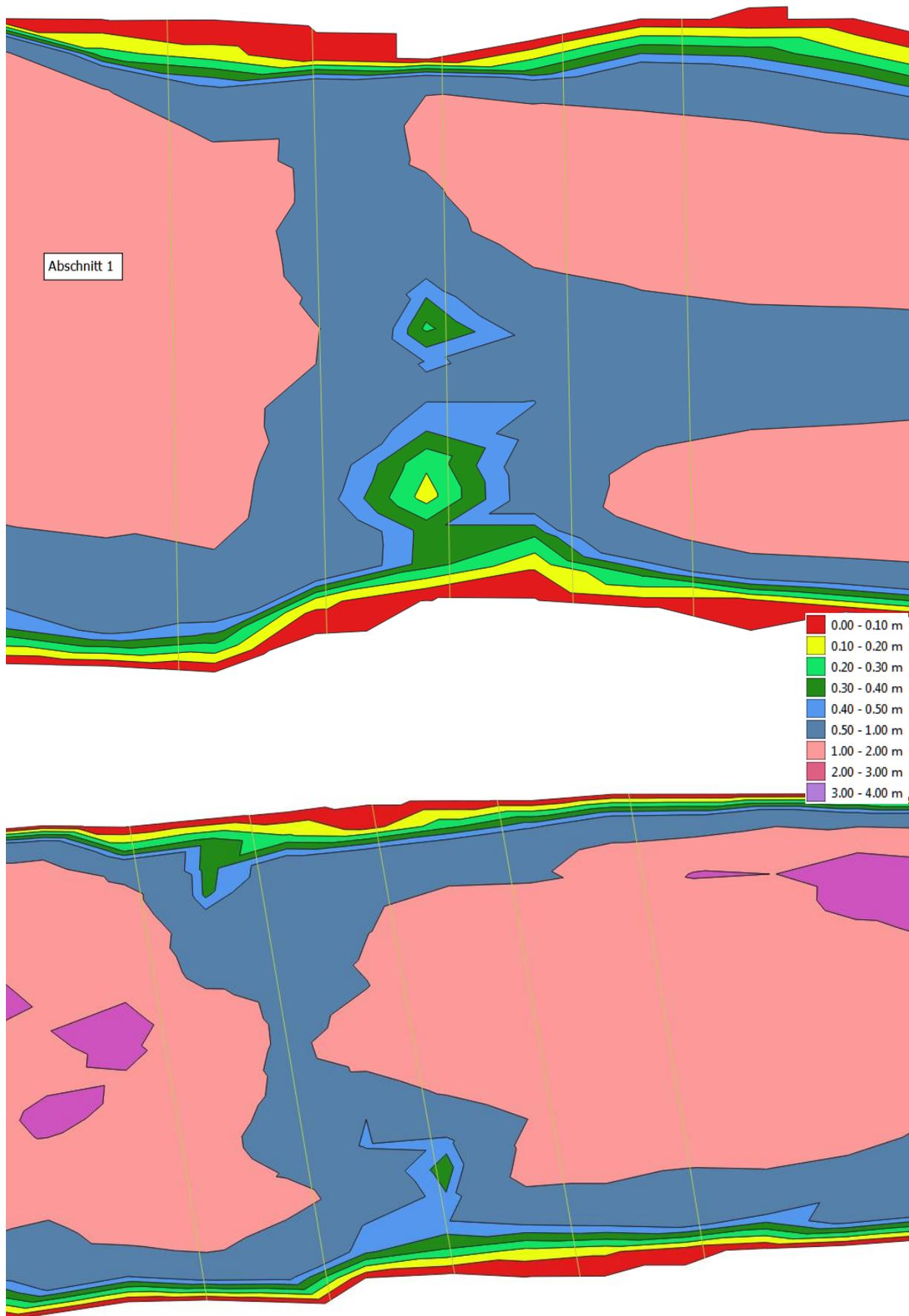
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 1 bei NQ_7 (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).



Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 1 bei $MJNQ_7$ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

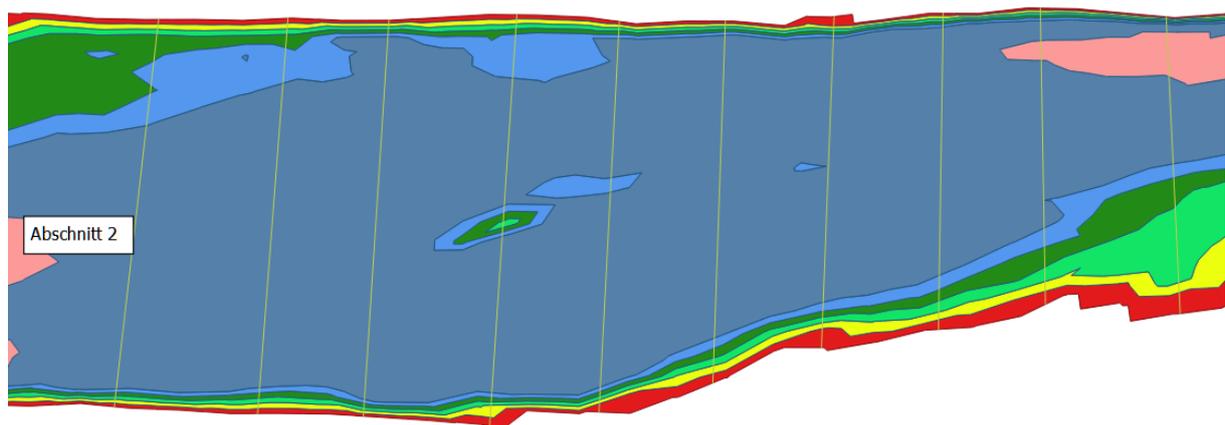
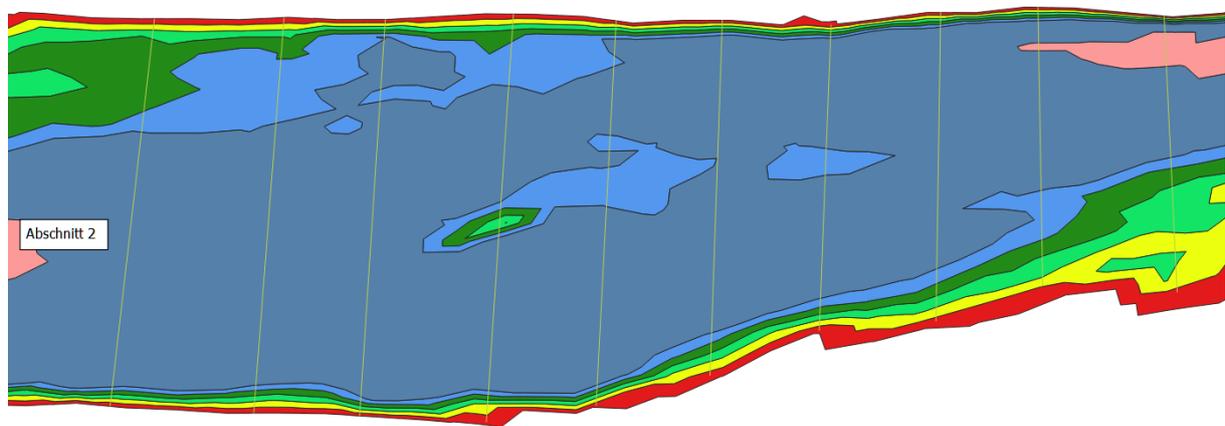
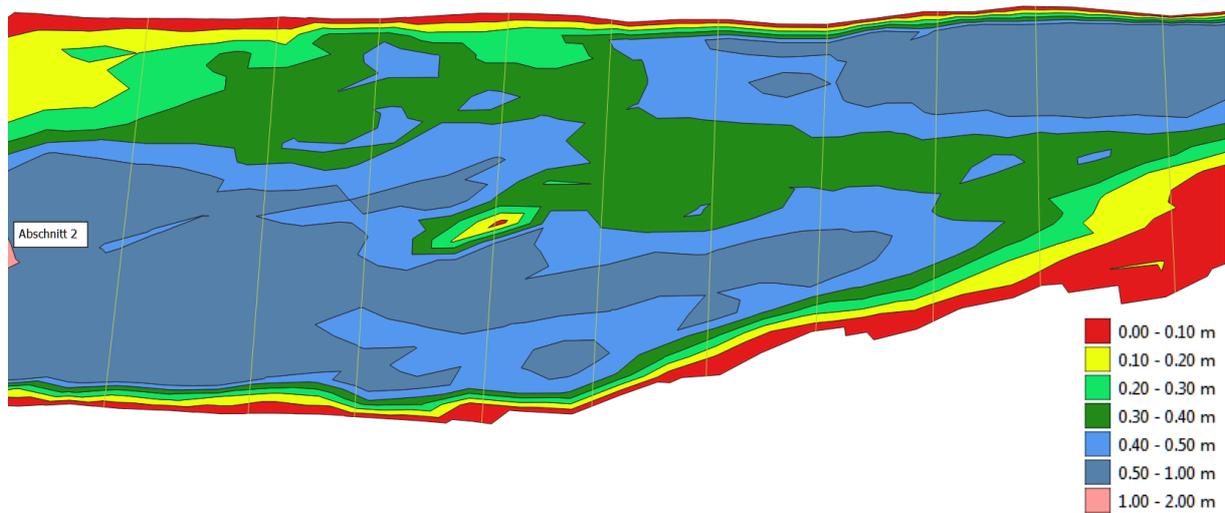


Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 1 bei $Q_{95\%}$ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

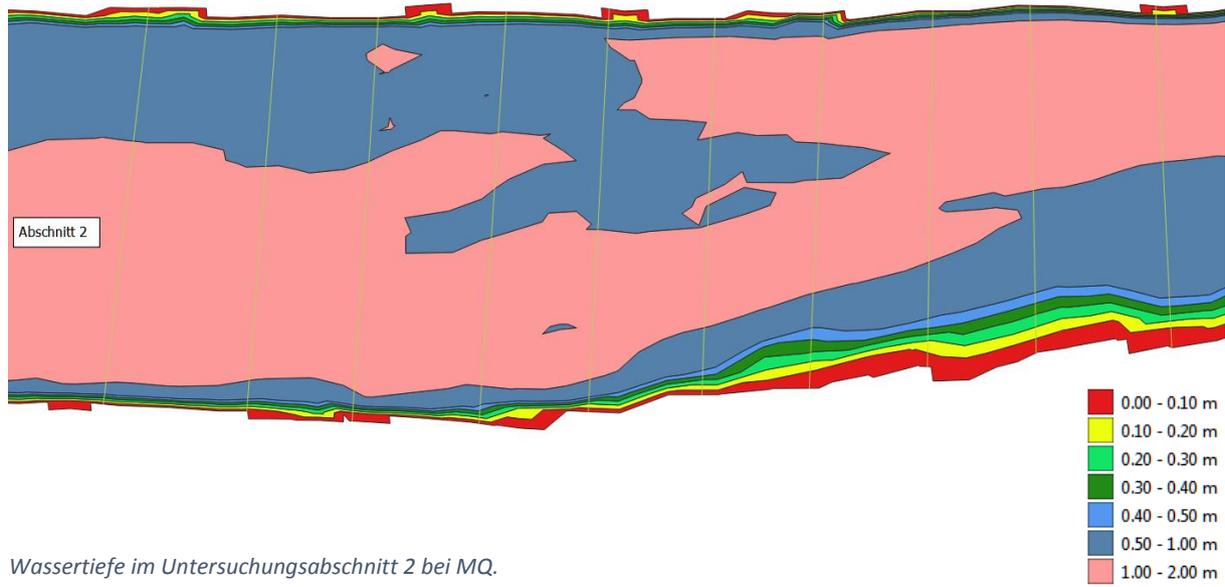


Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 1 bei MQ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

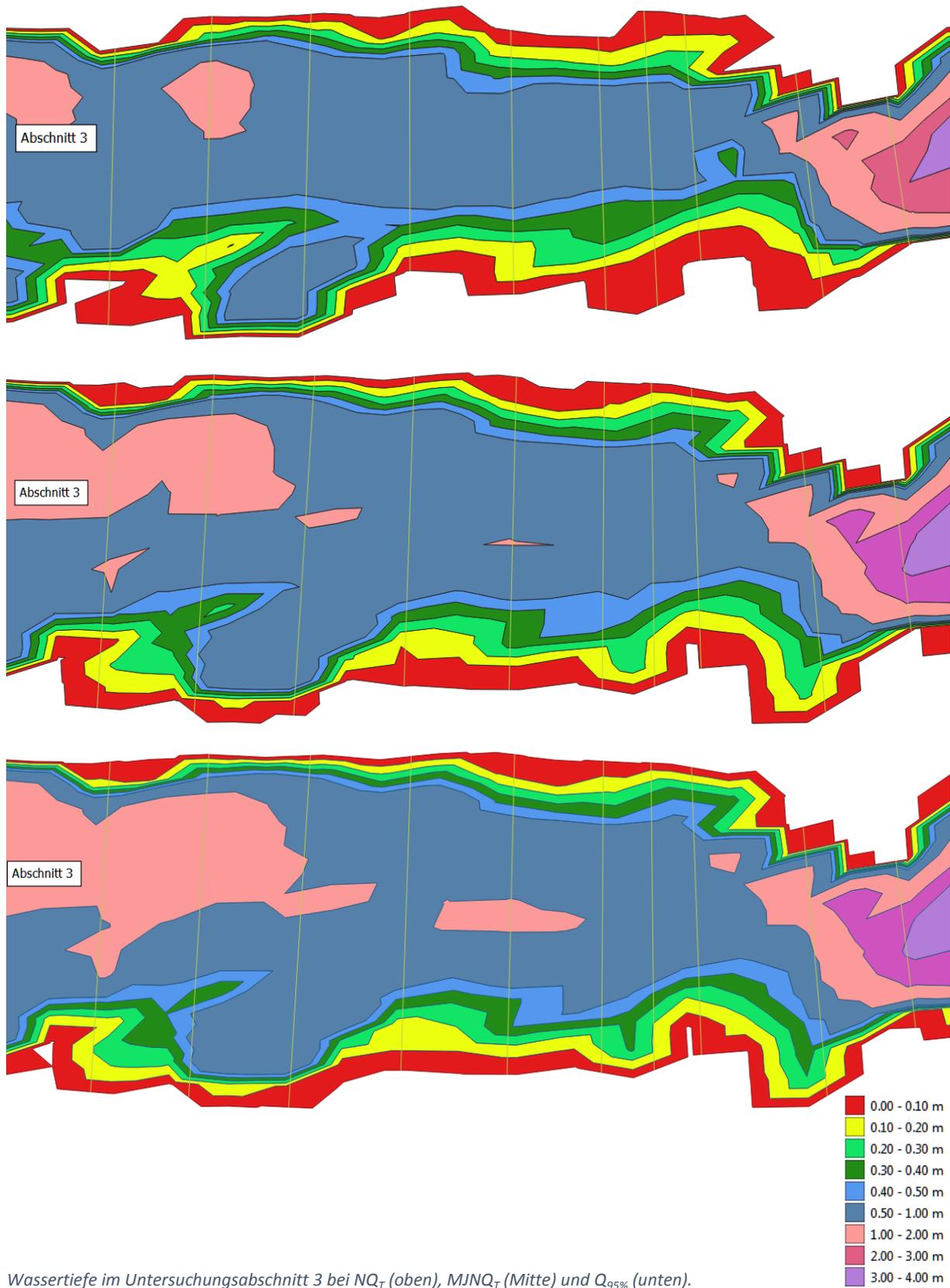
Abschnitt 2



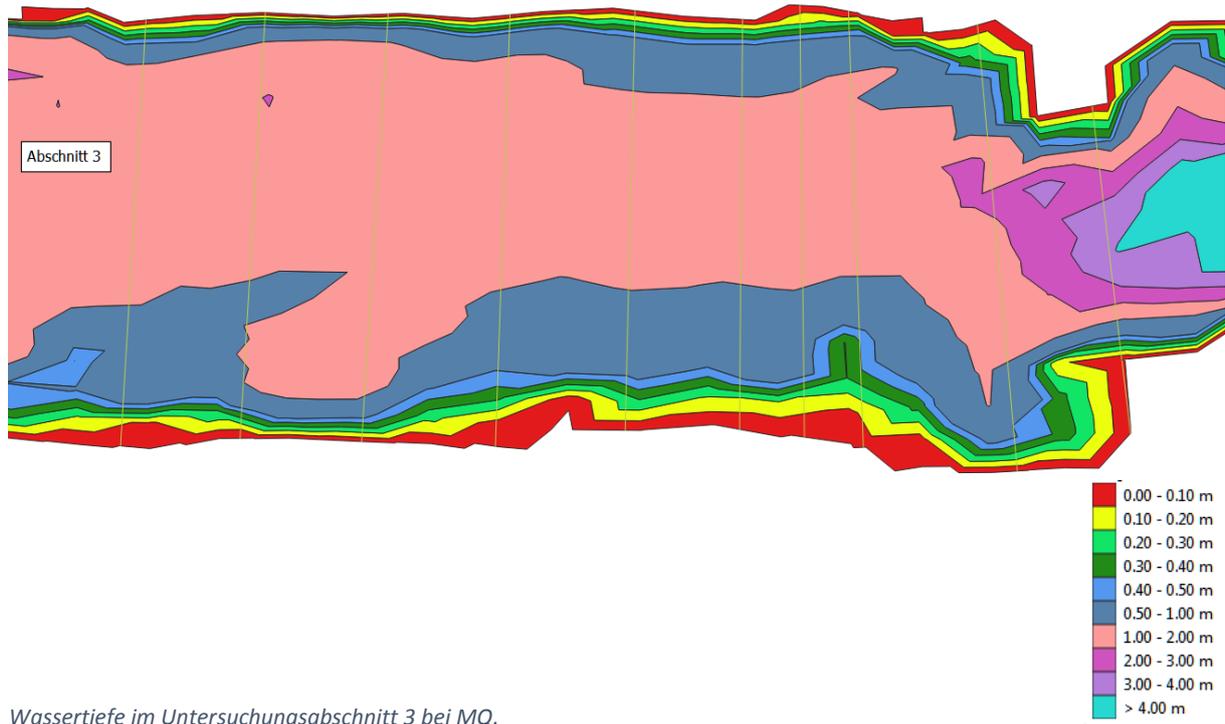
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



Abschnitt 3

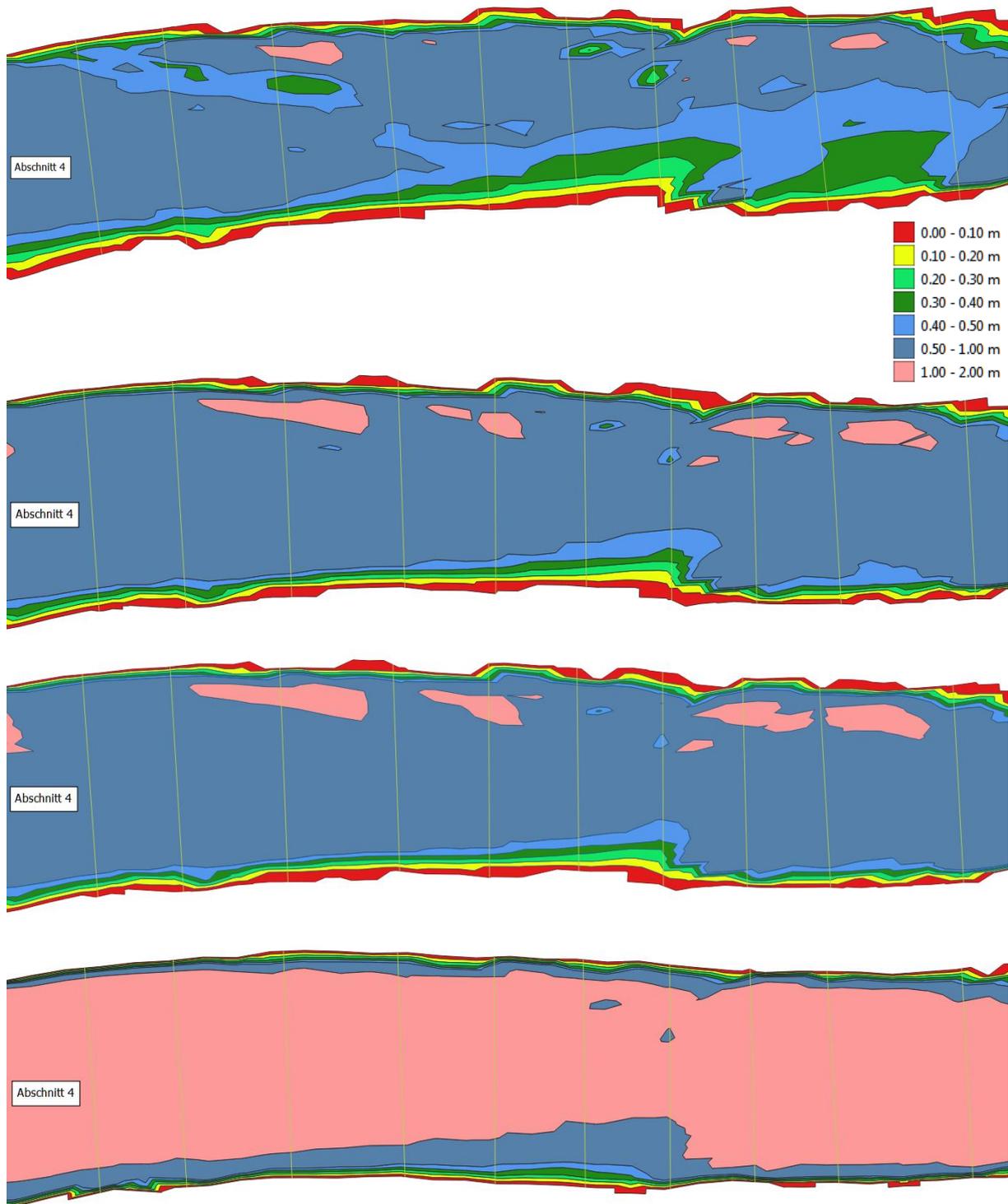


Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



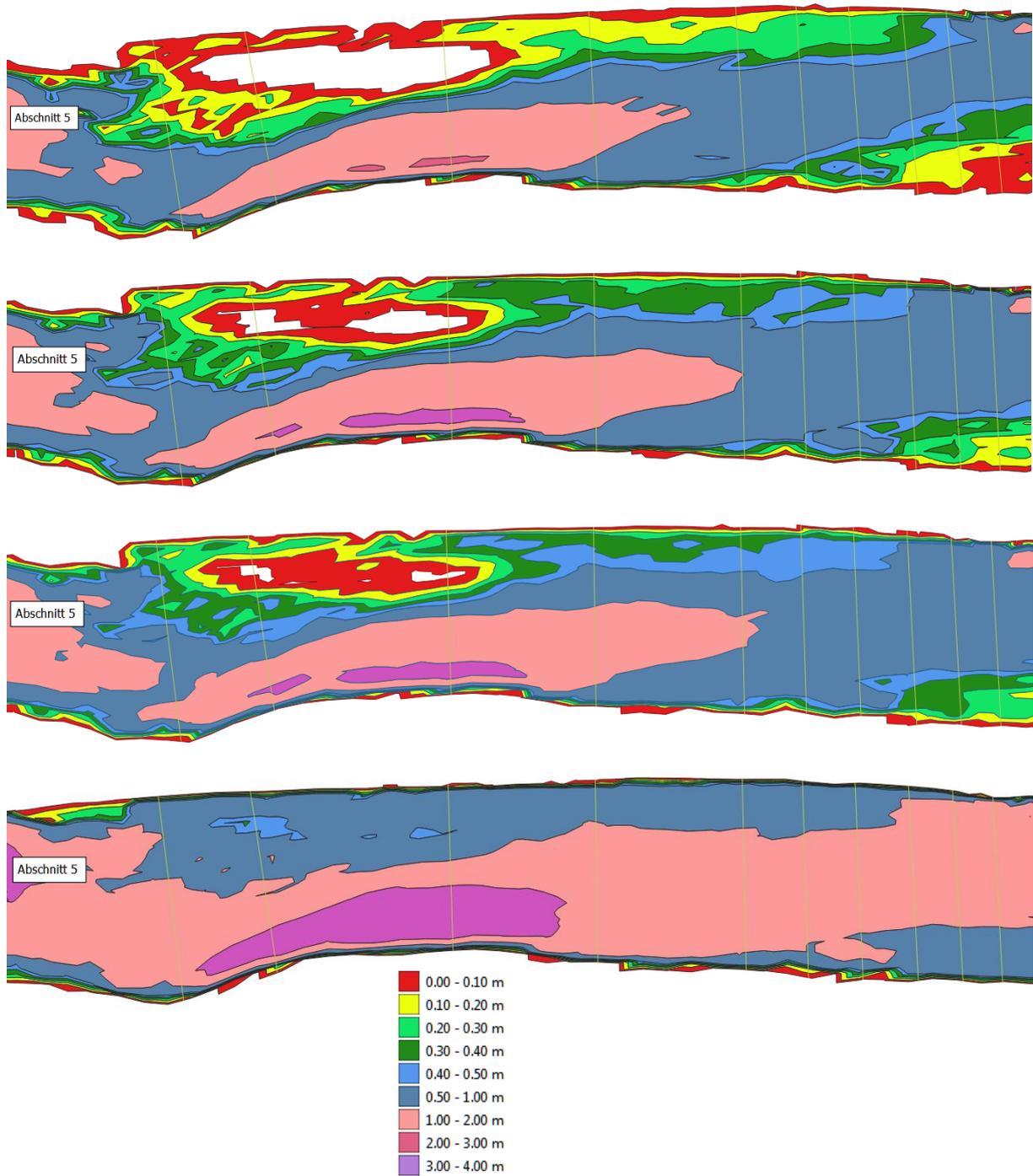
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 3 bei MQ.

Abschnitt 4



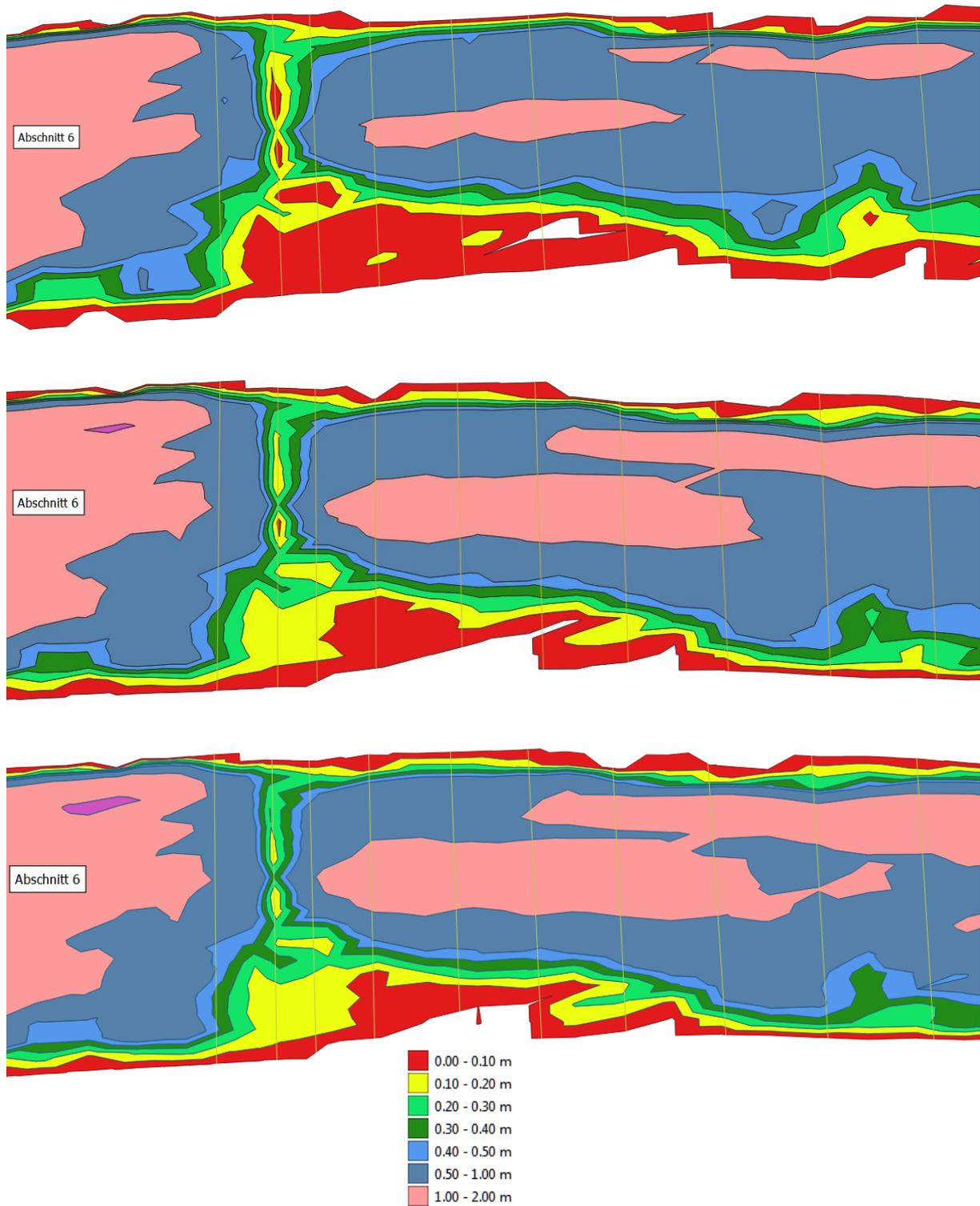
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 5

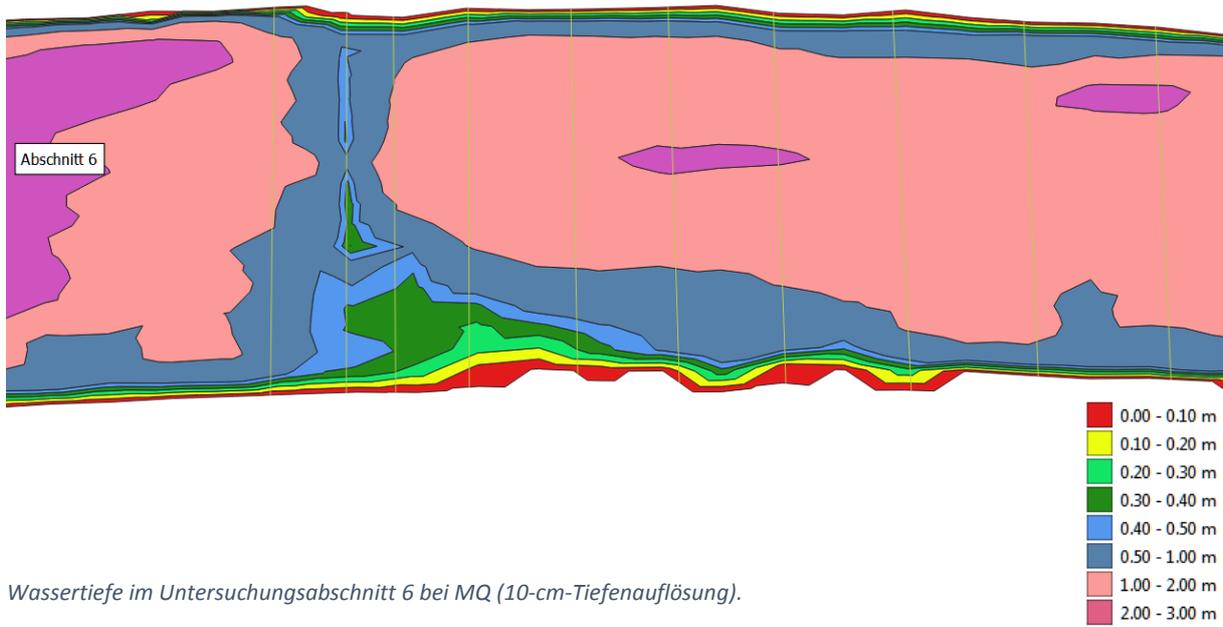


Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

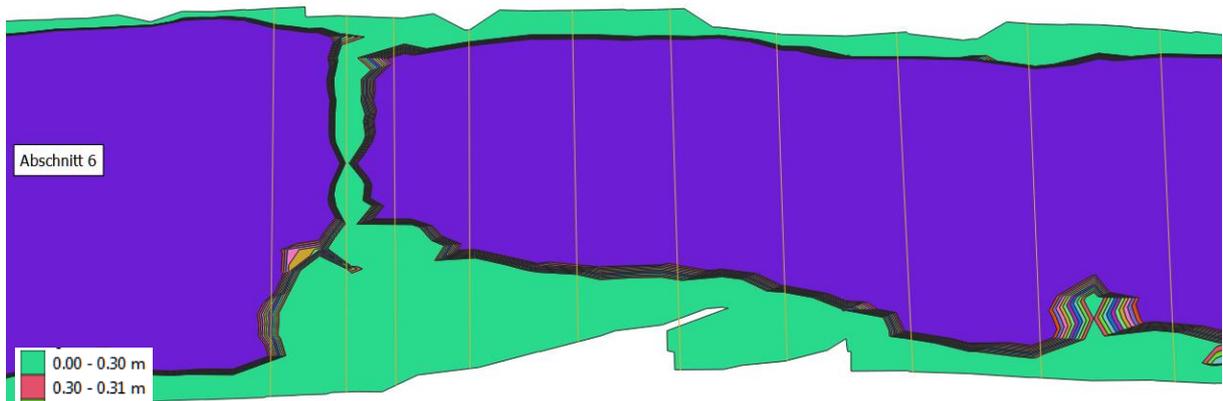
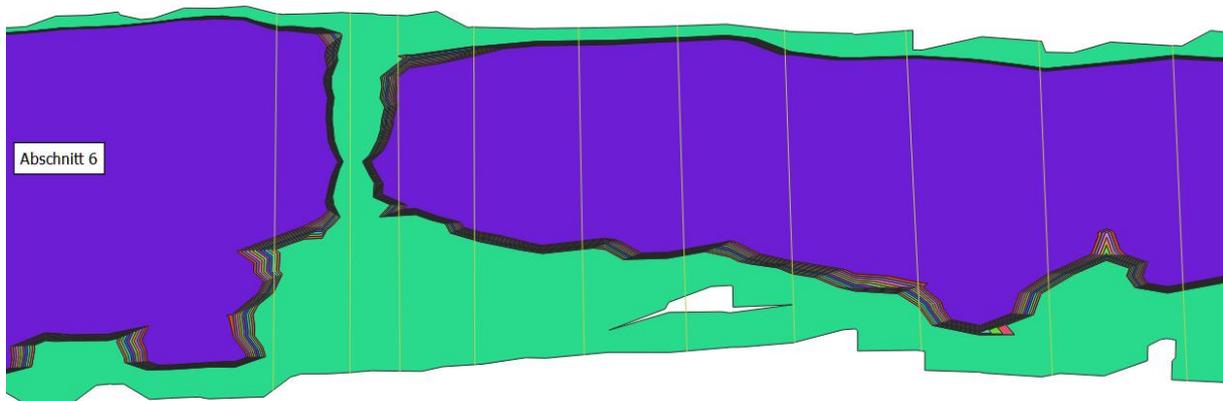
Abschnitt 6



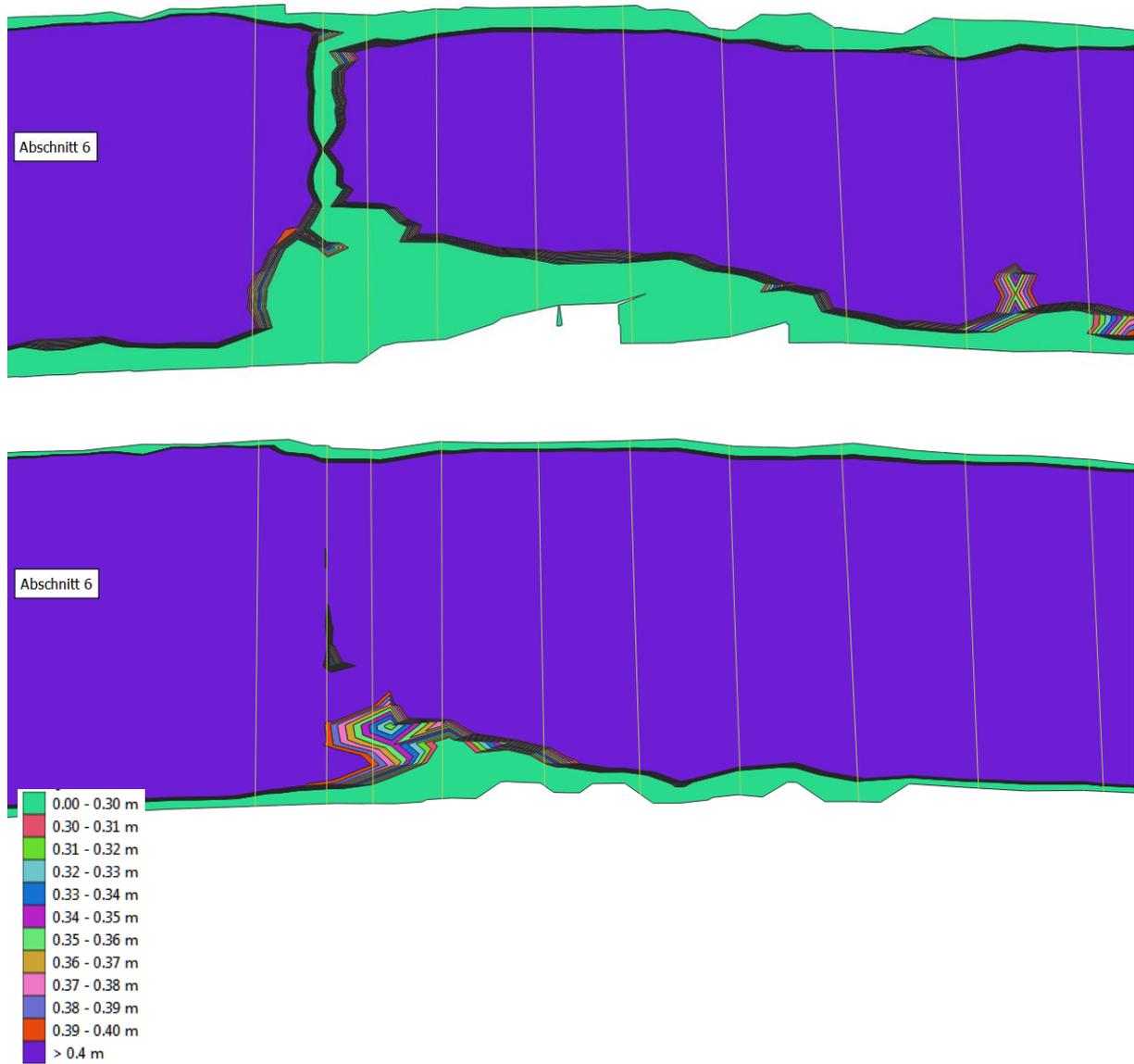
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten; 10-cm-Tiefenauflösung).



Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 6 bei MQ (10-cm-Tiefenauflösung).

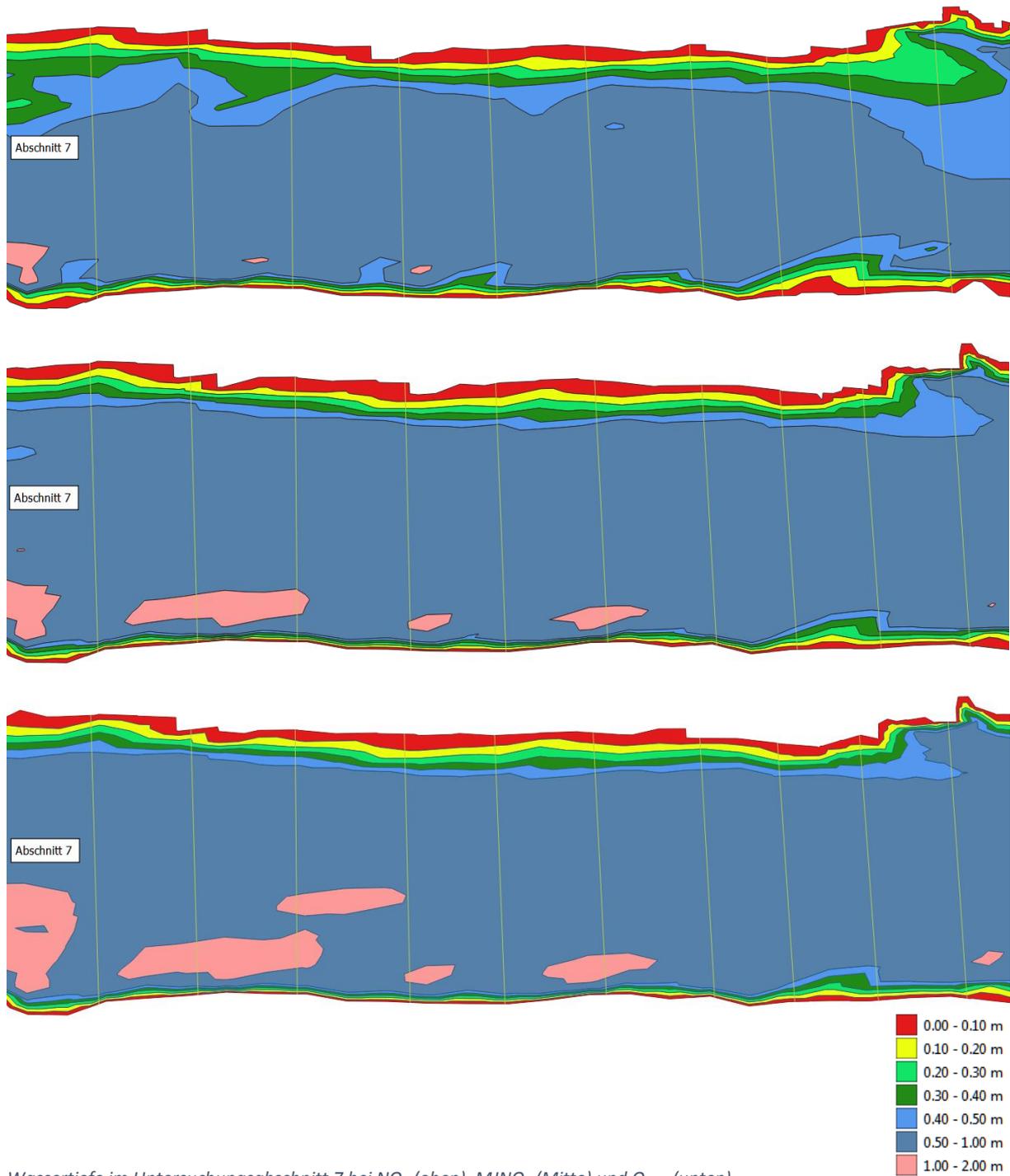


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_7 (Mitte), $MJNQ_7$ (unten; 1-cm-Tiefenauflösung).

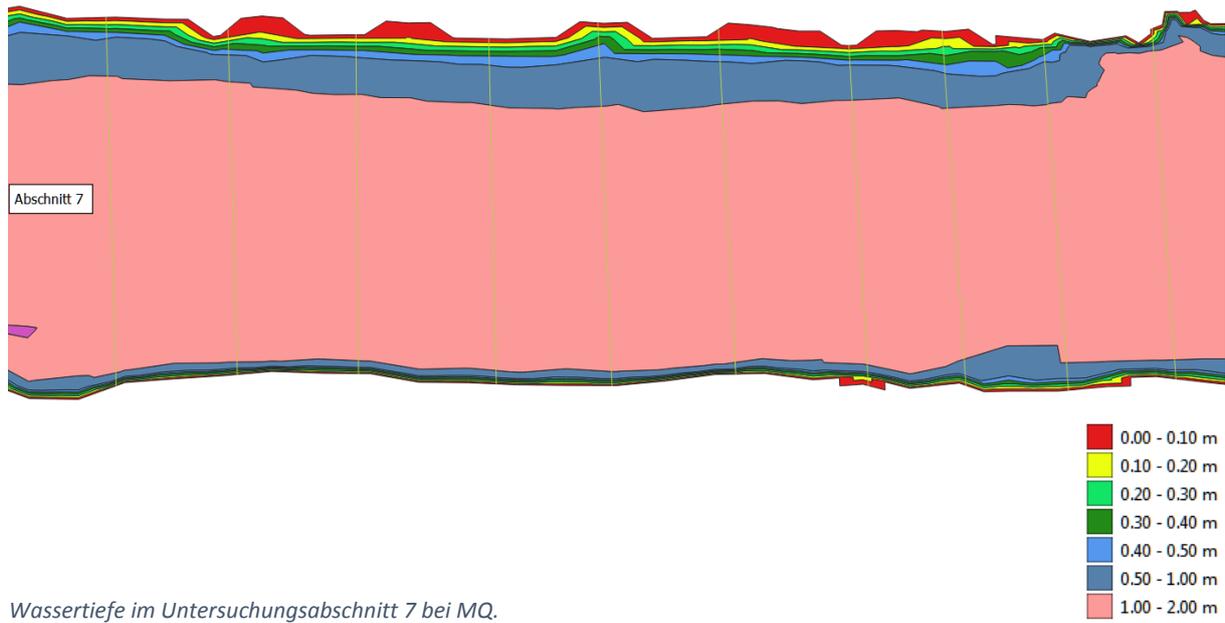


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 6 bei $Q_{95\%}$ oben) und MQ (unten; 1-cm-Tiefenauflösung).

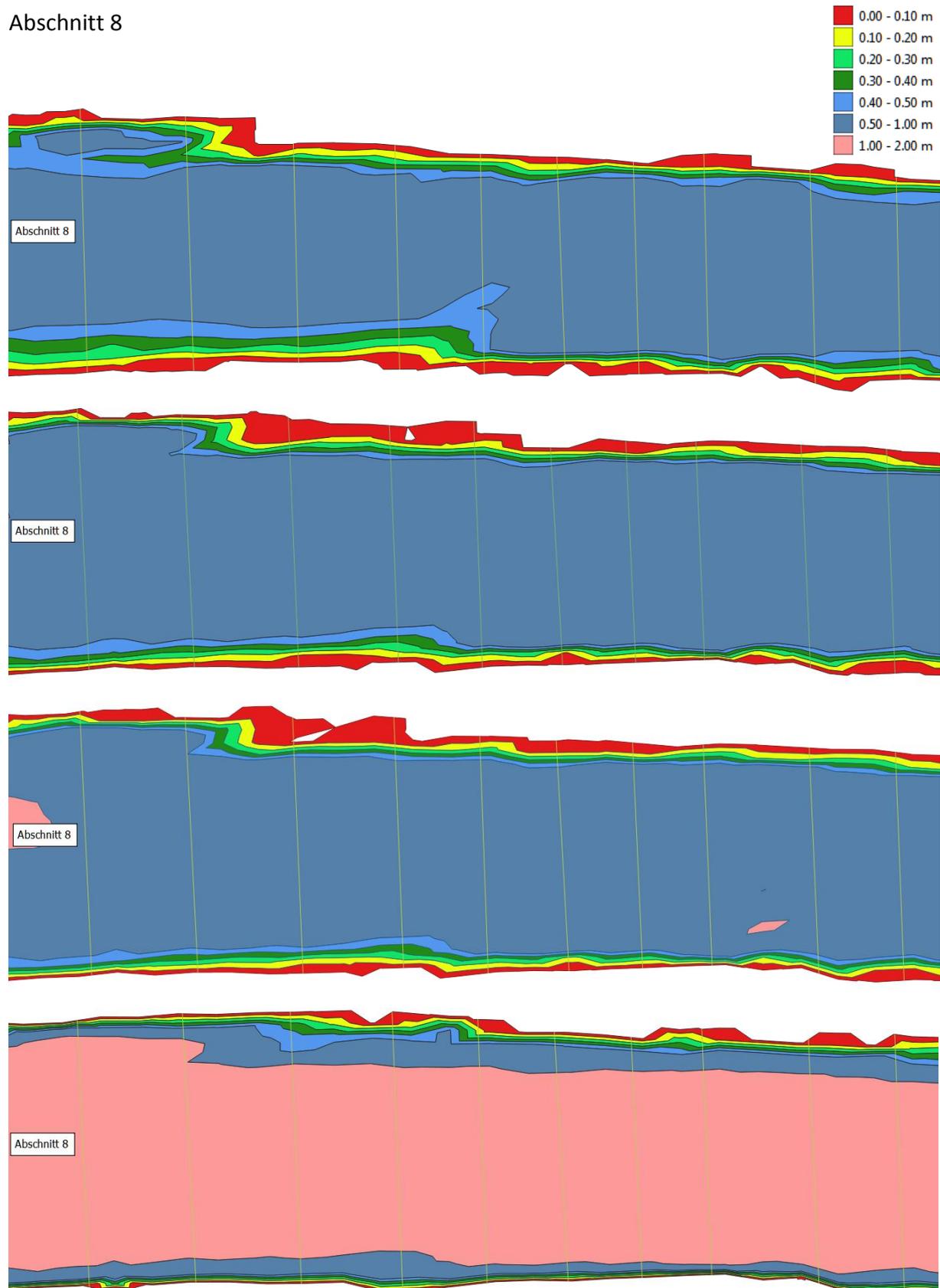
Abschnitt 7



Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

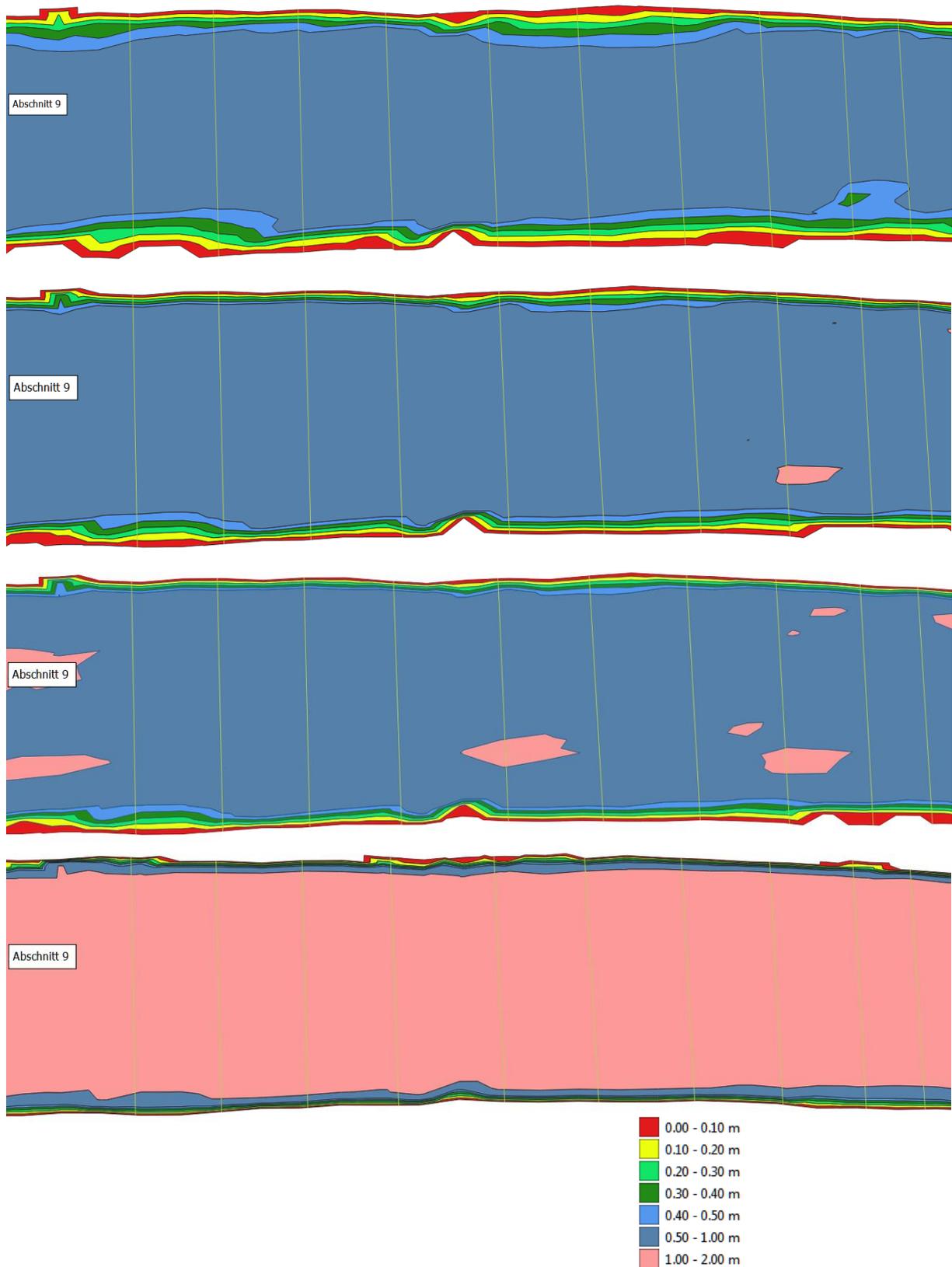


Abschnitt 8



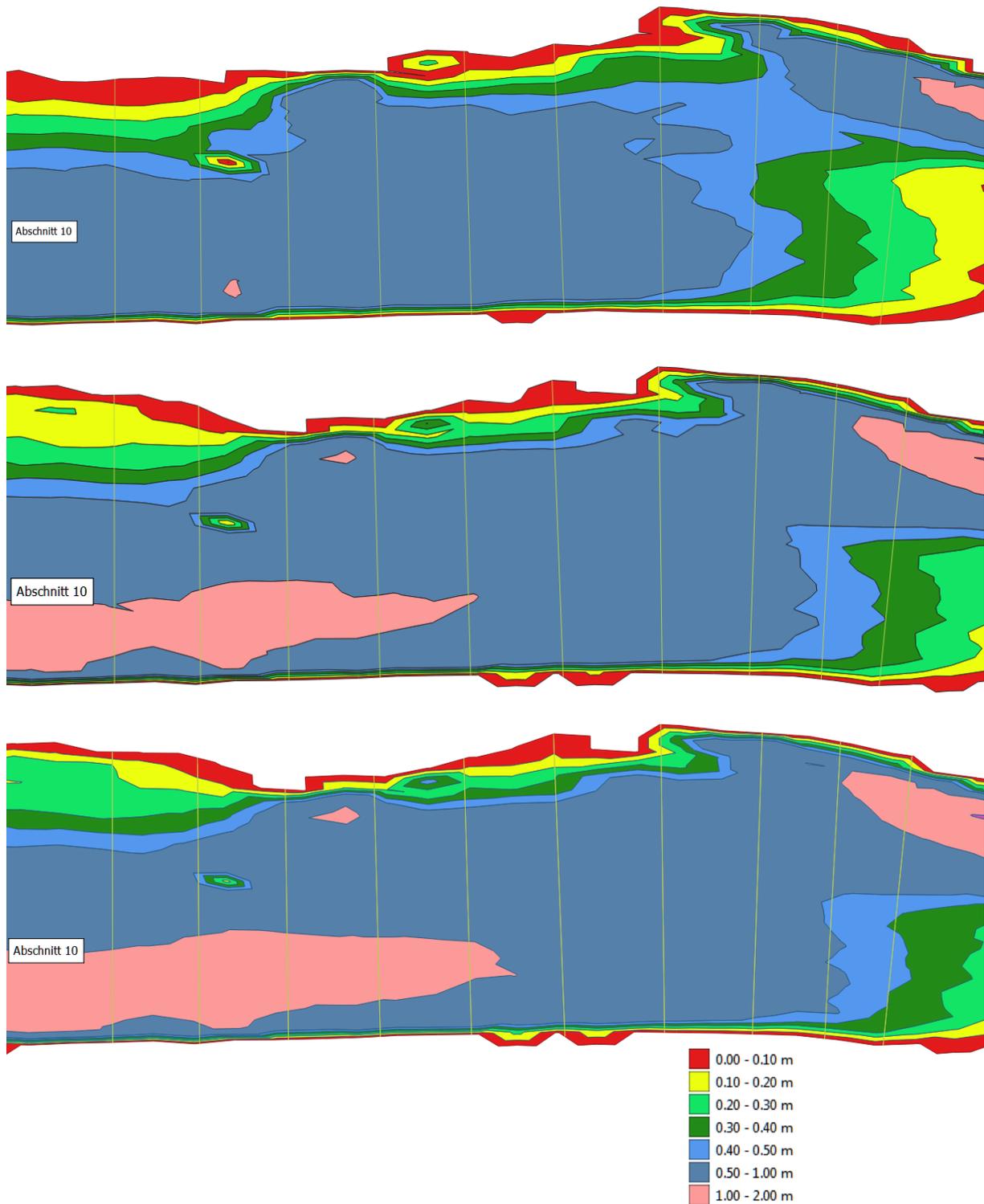
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 8 bei NQ_7 (oben), $MJNQ_7$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 9

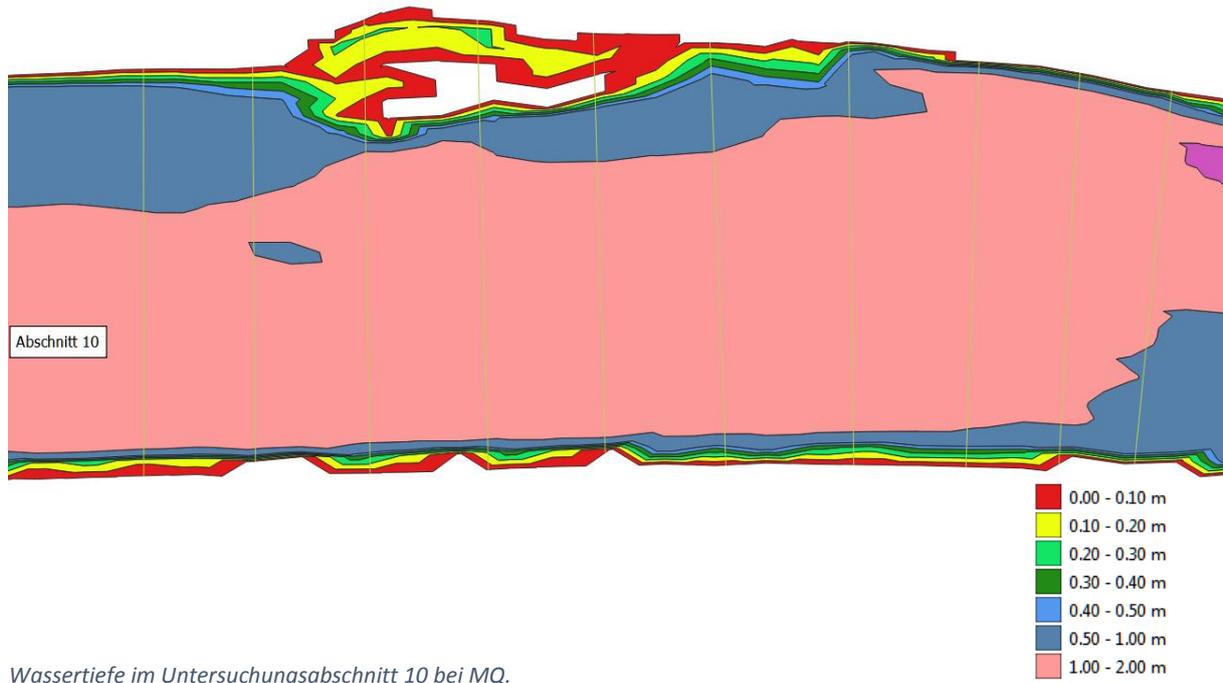


Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 10



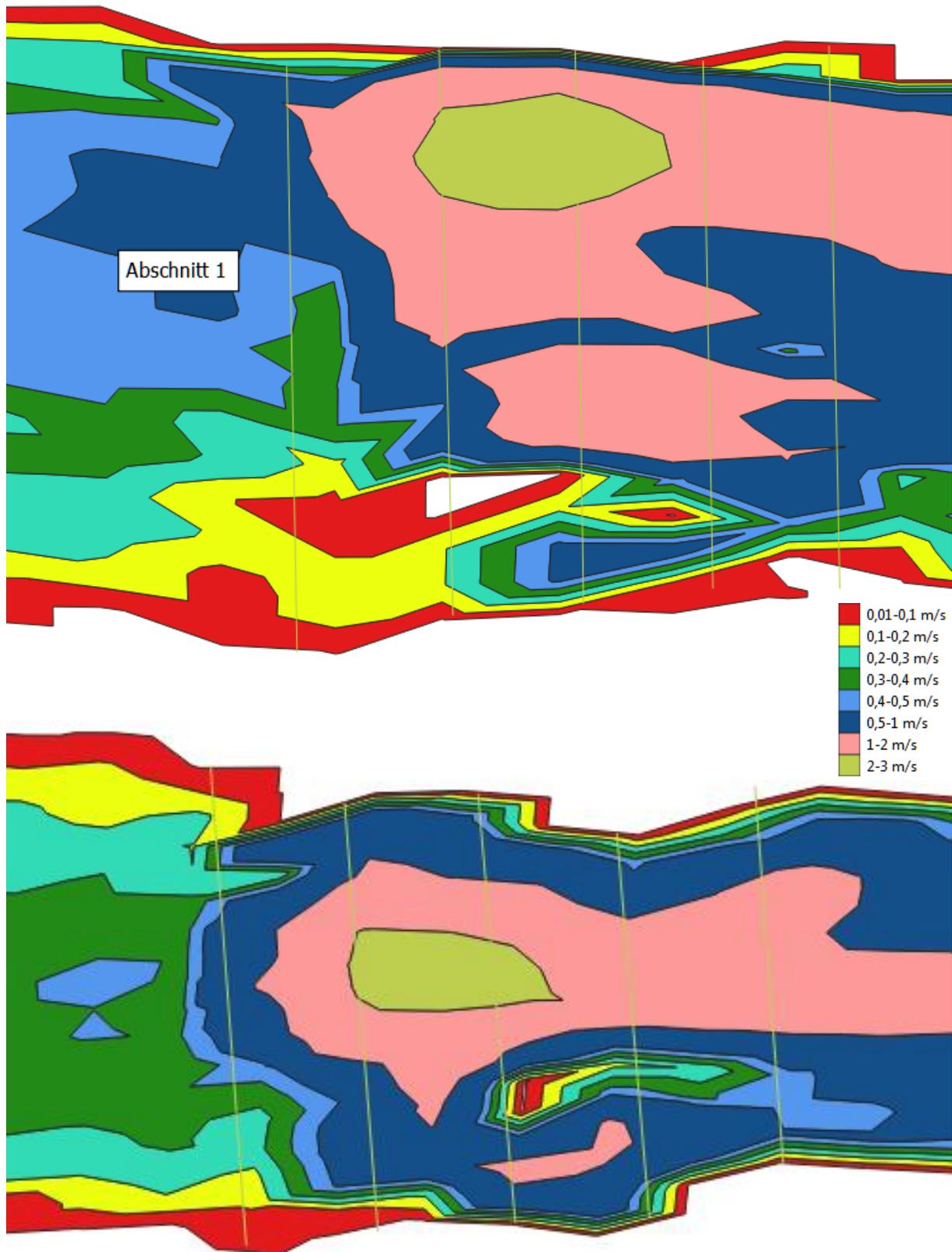
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 10 bei N_{Q_T} (oben), M_{JNQ_T} (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



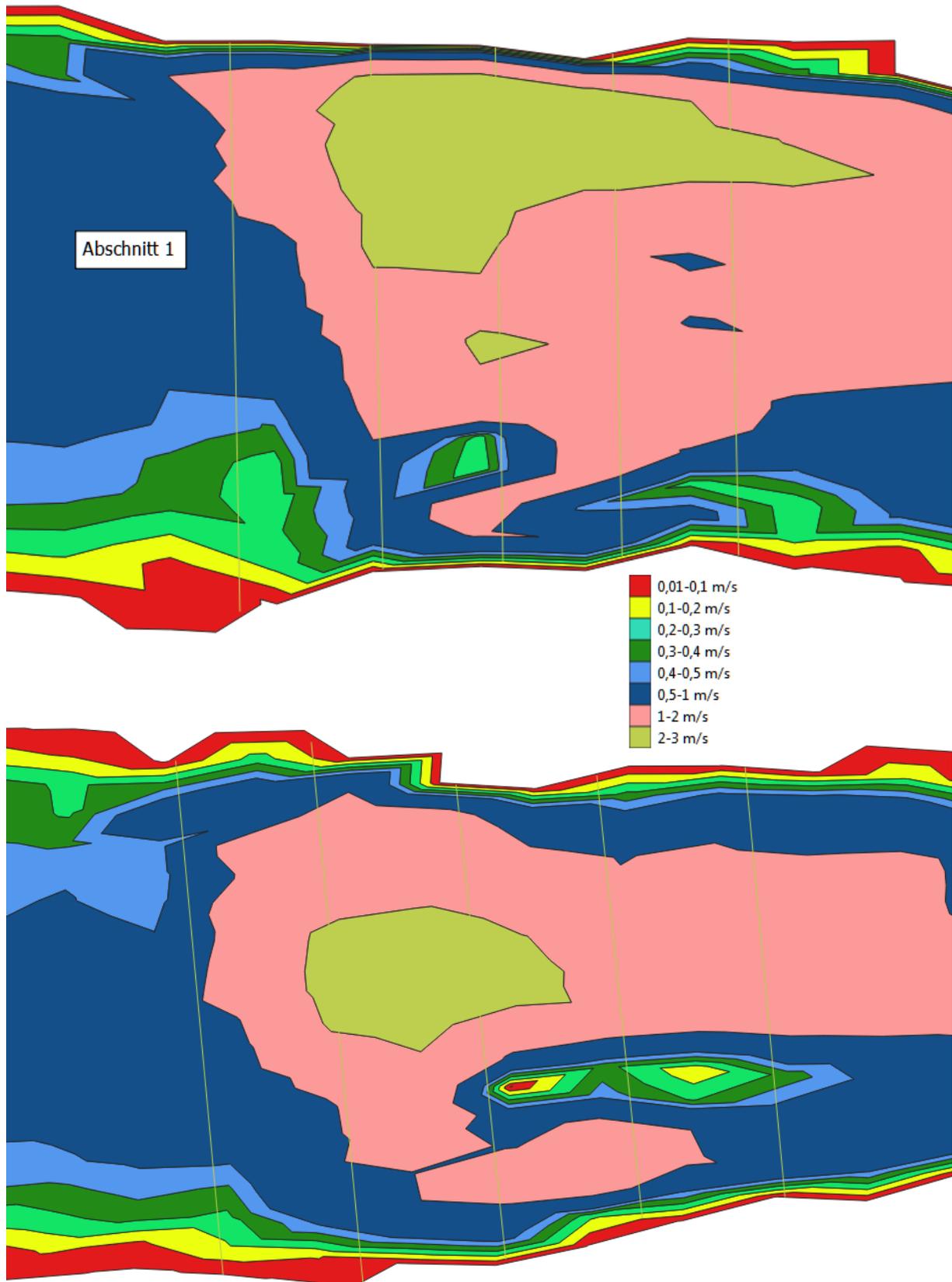
Wassertiefe im Untersuchungsabschnitt 10 bei MQ.

8.2. Fließgeschwindigkeit im Wanderkorridor

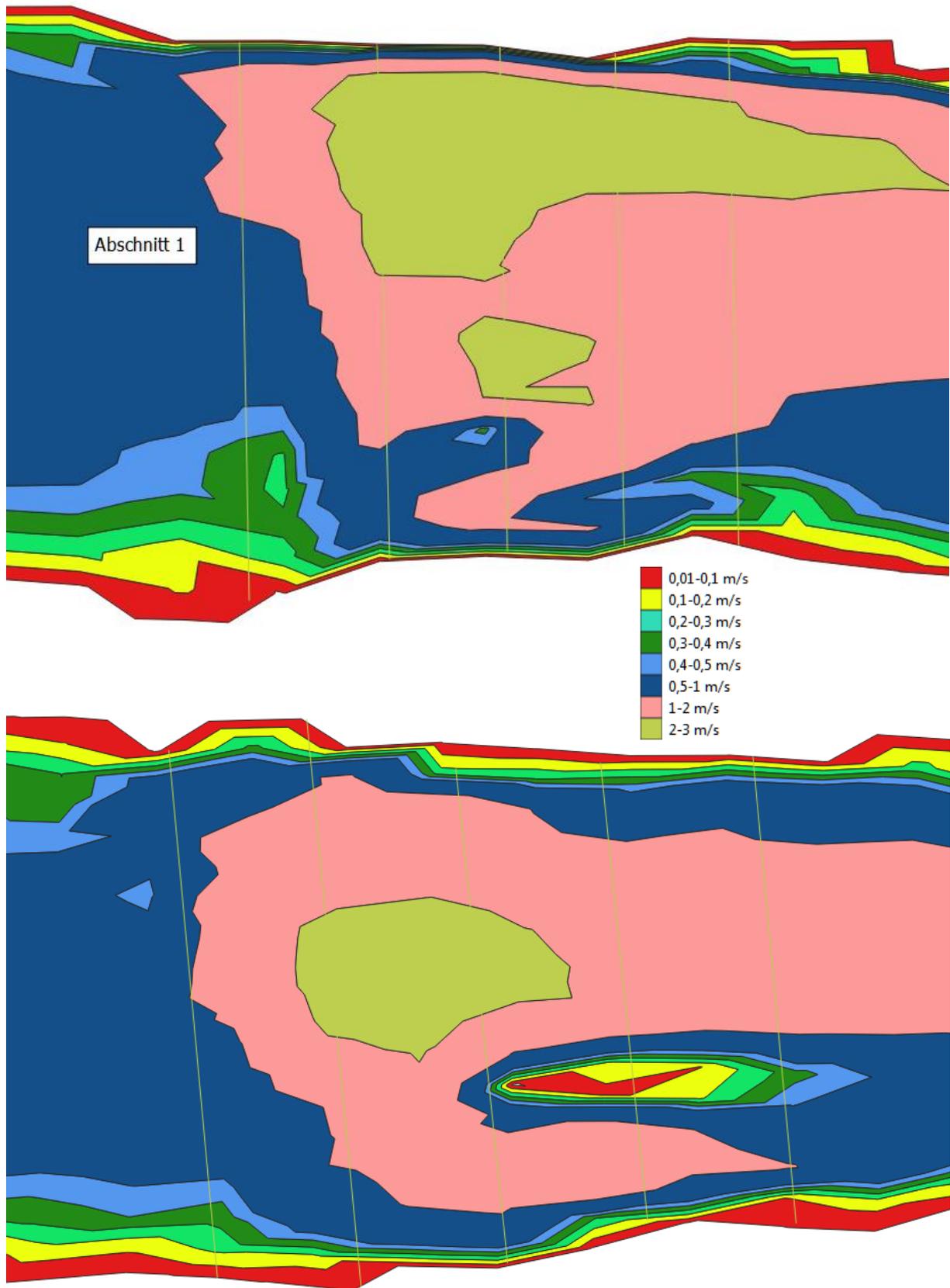
Abschnitt 1



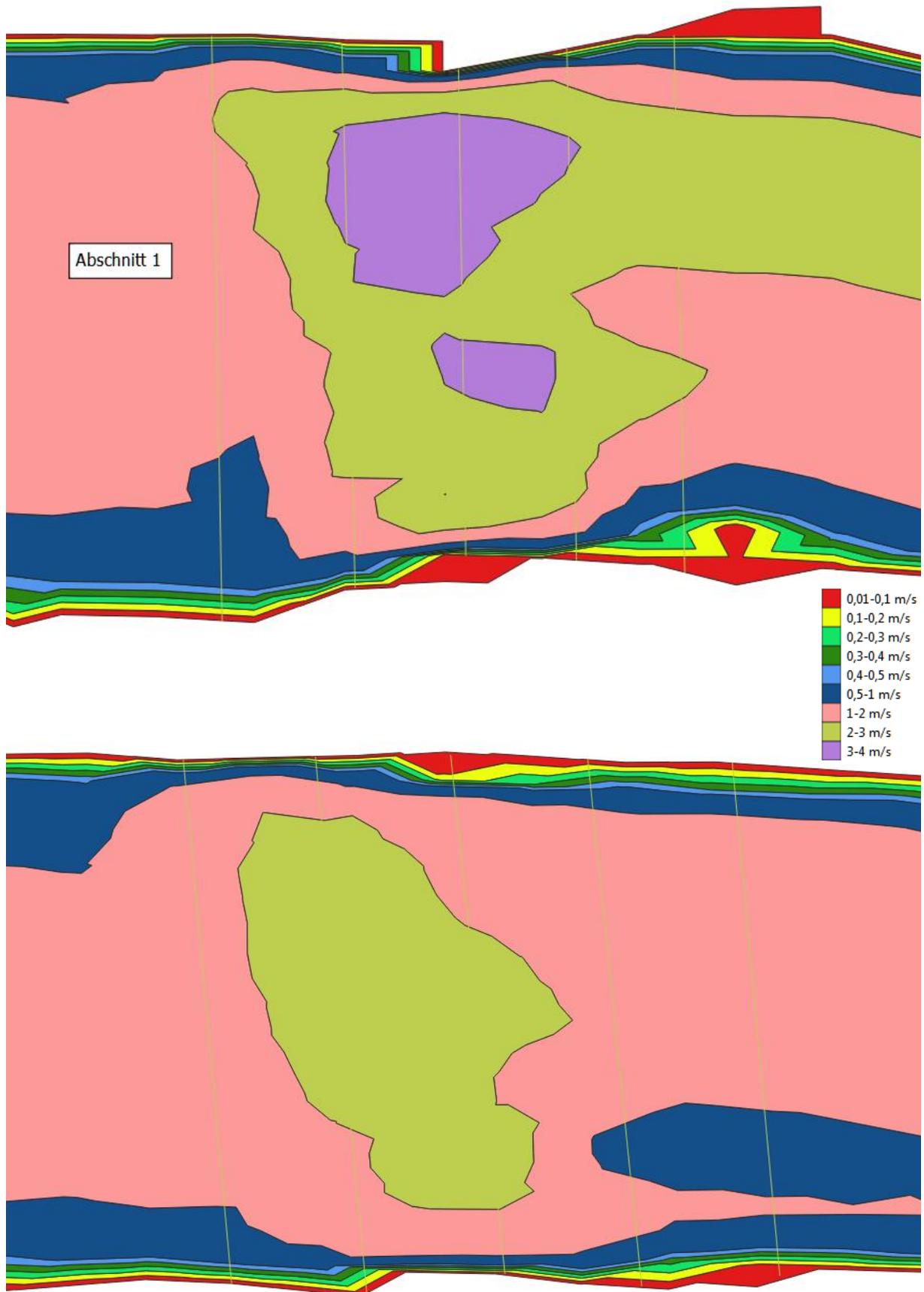
Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 1 bei NQ_7 (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 1 bei $MJNQ_7$ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

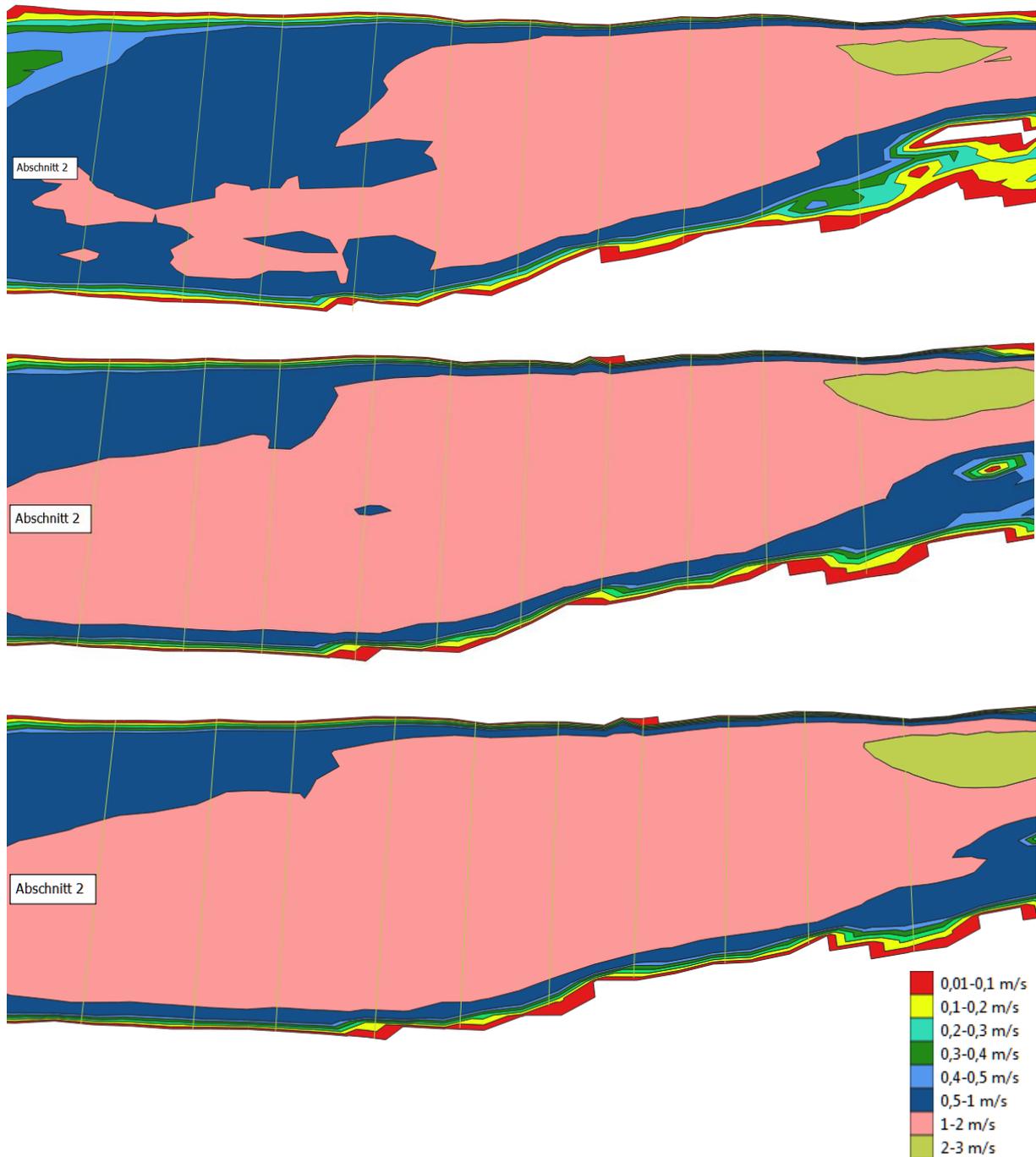


Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 1 bei $Q_{95\%}$ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 1 bei MQ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

Abschnitt 2

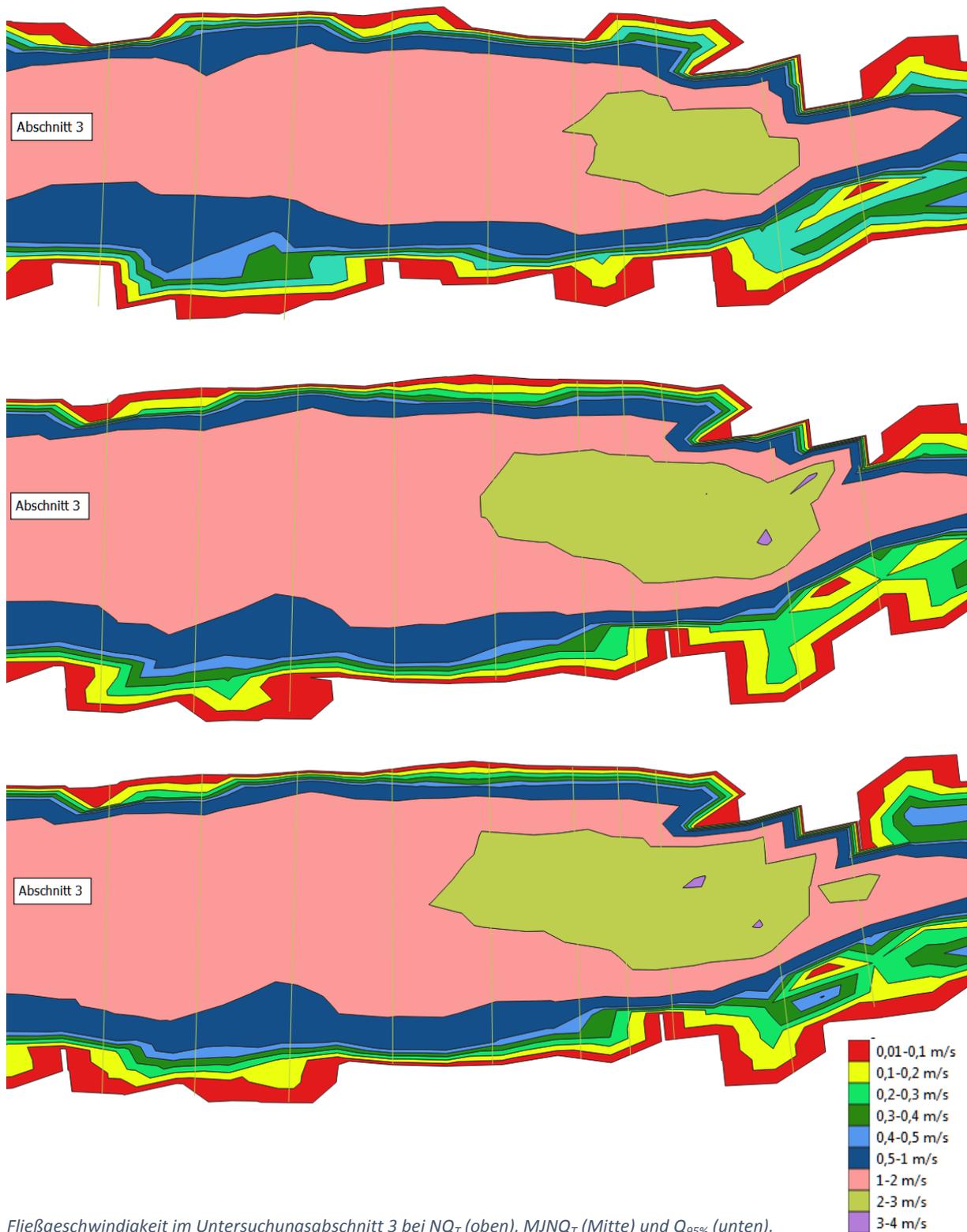


Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 2 bei MQ.

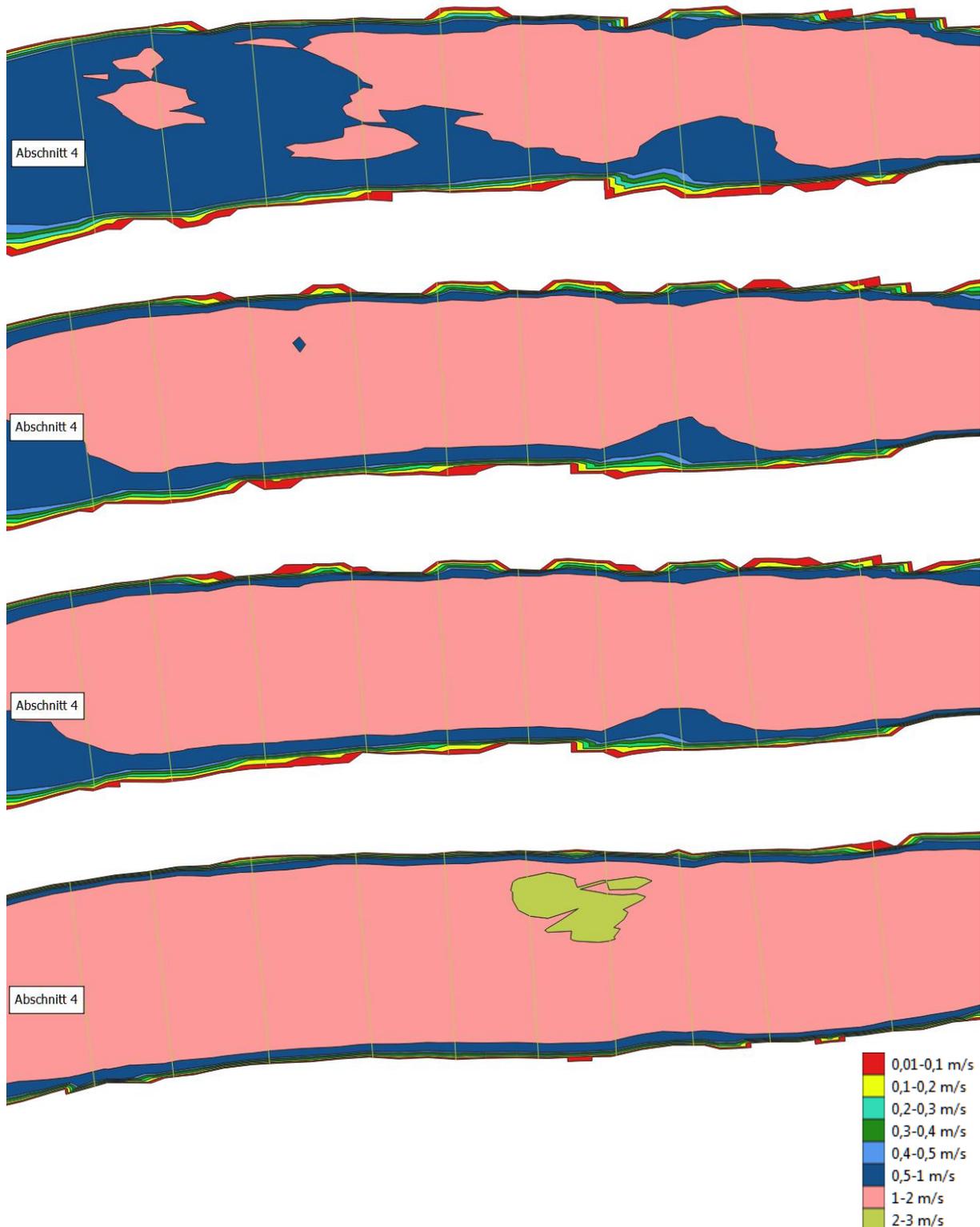
Abschnitt 3



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

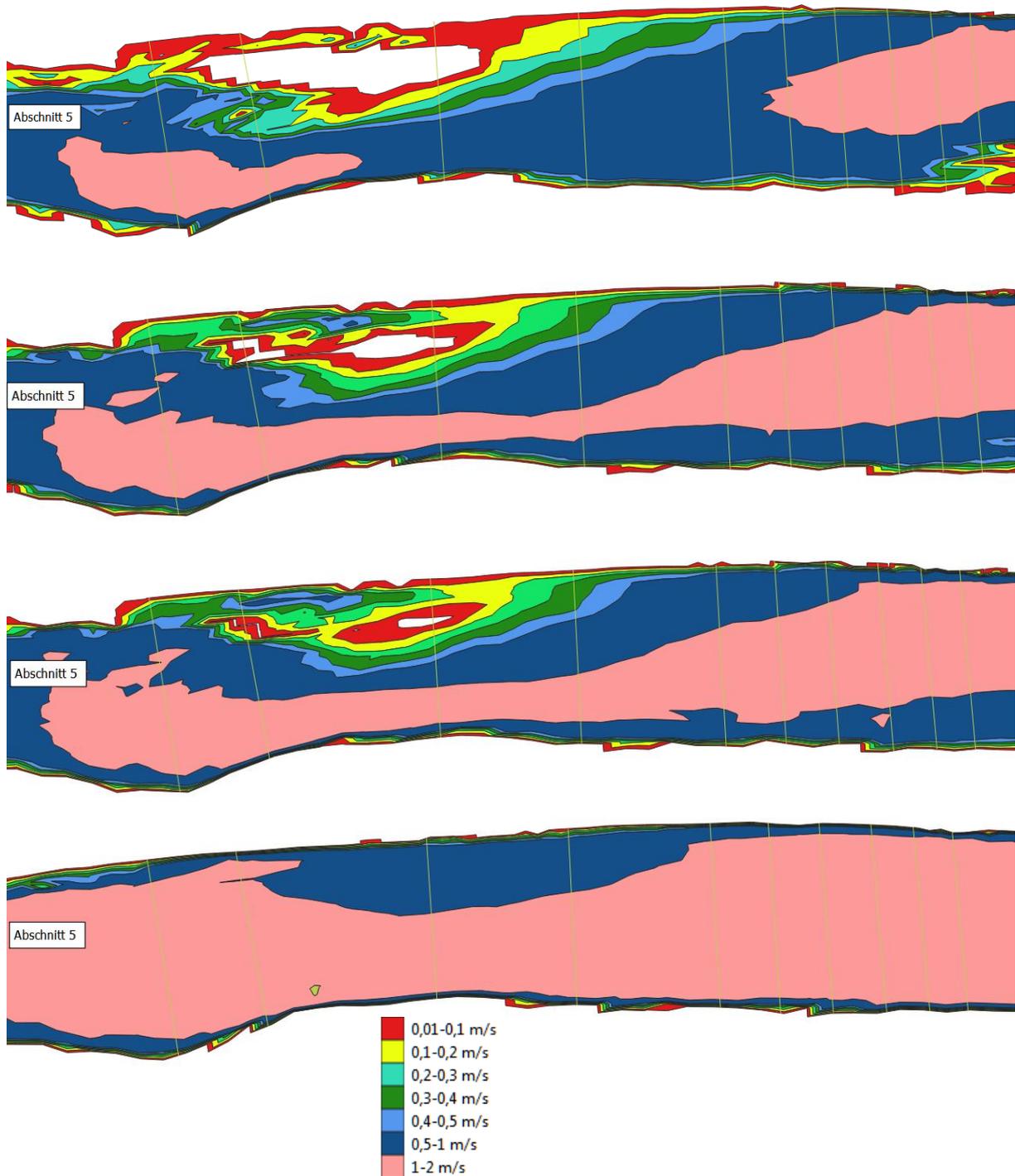


Abschnitt 4



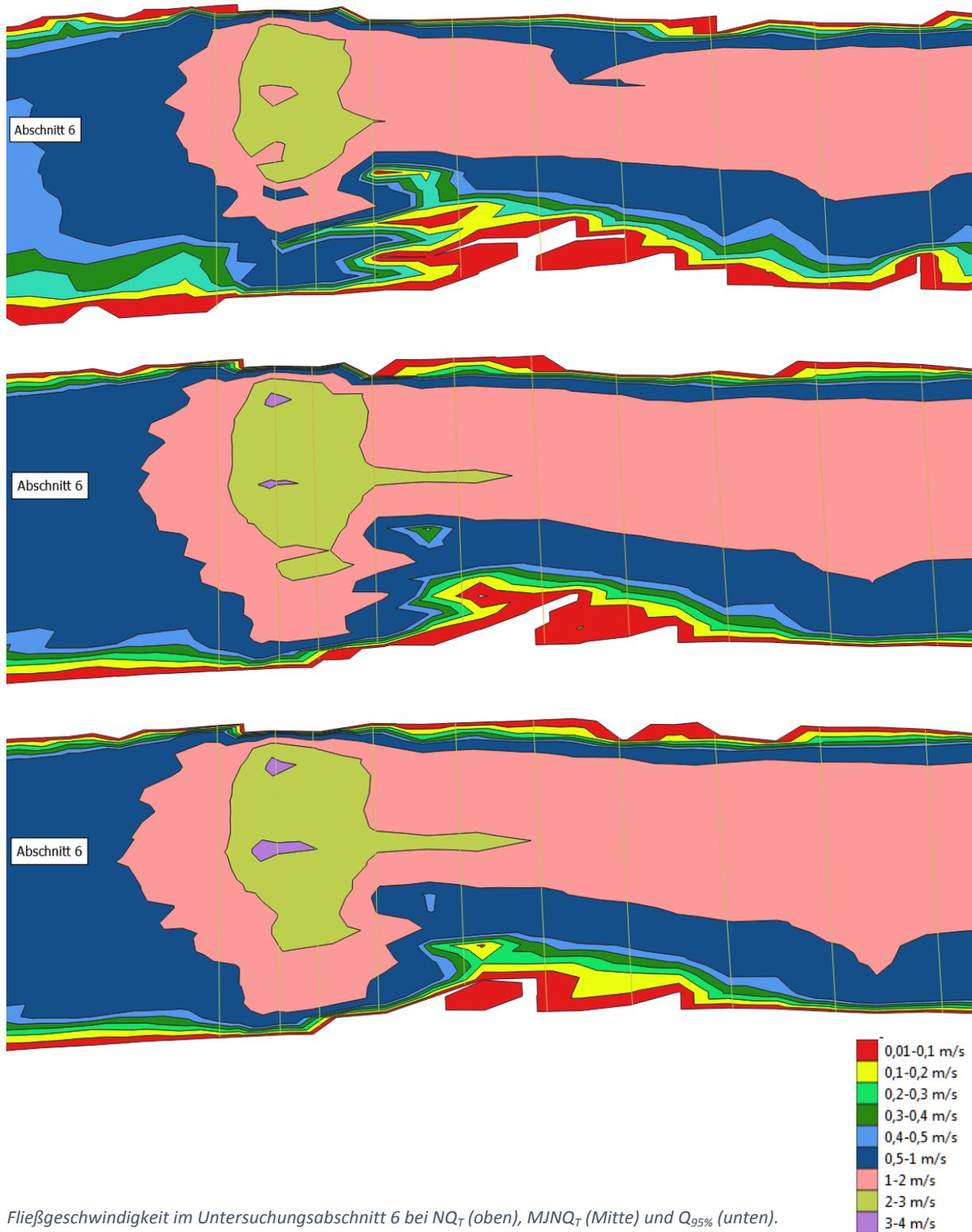
Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 5



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

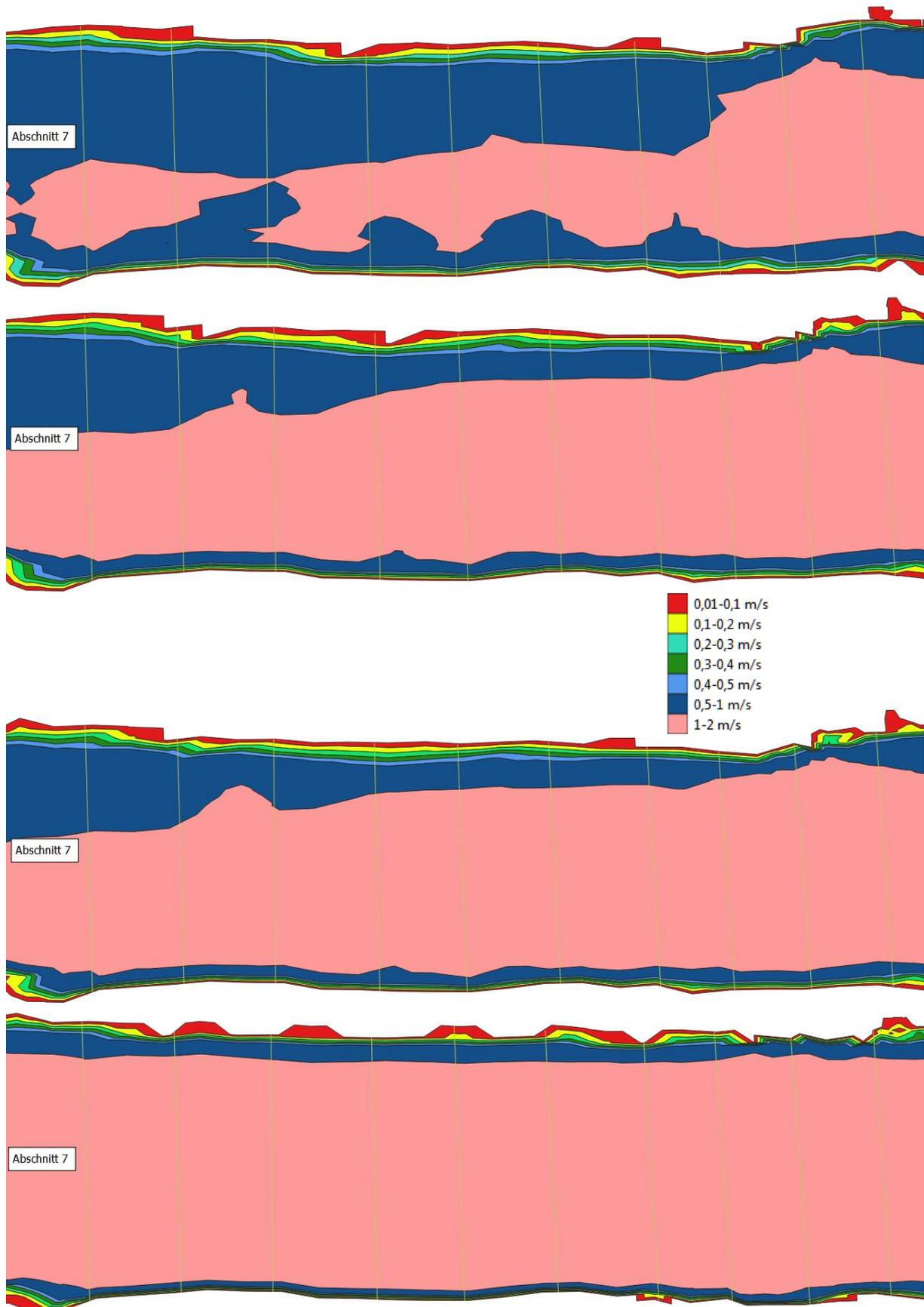
Abschnitt 6



Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

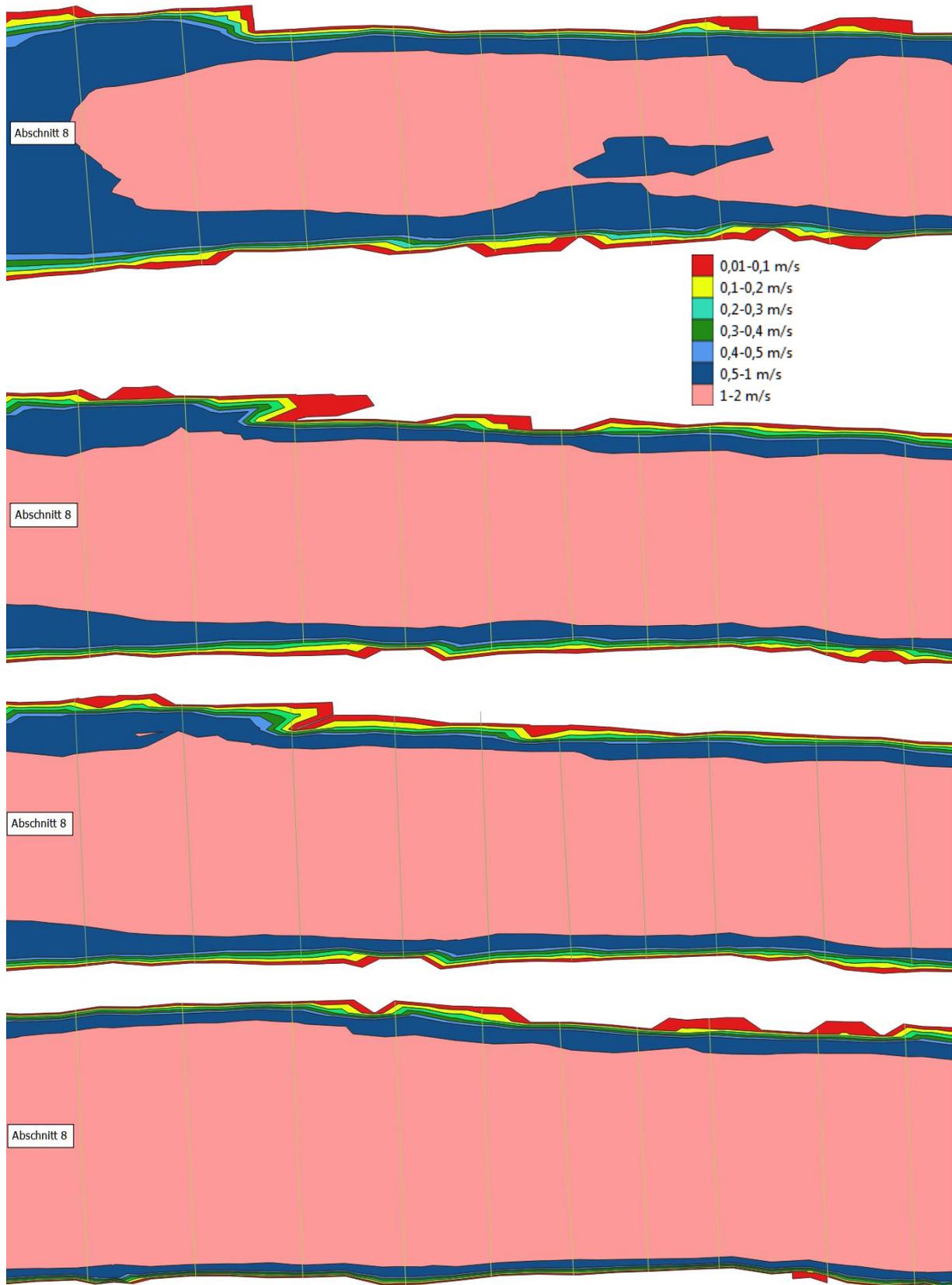


Abschnitt 7



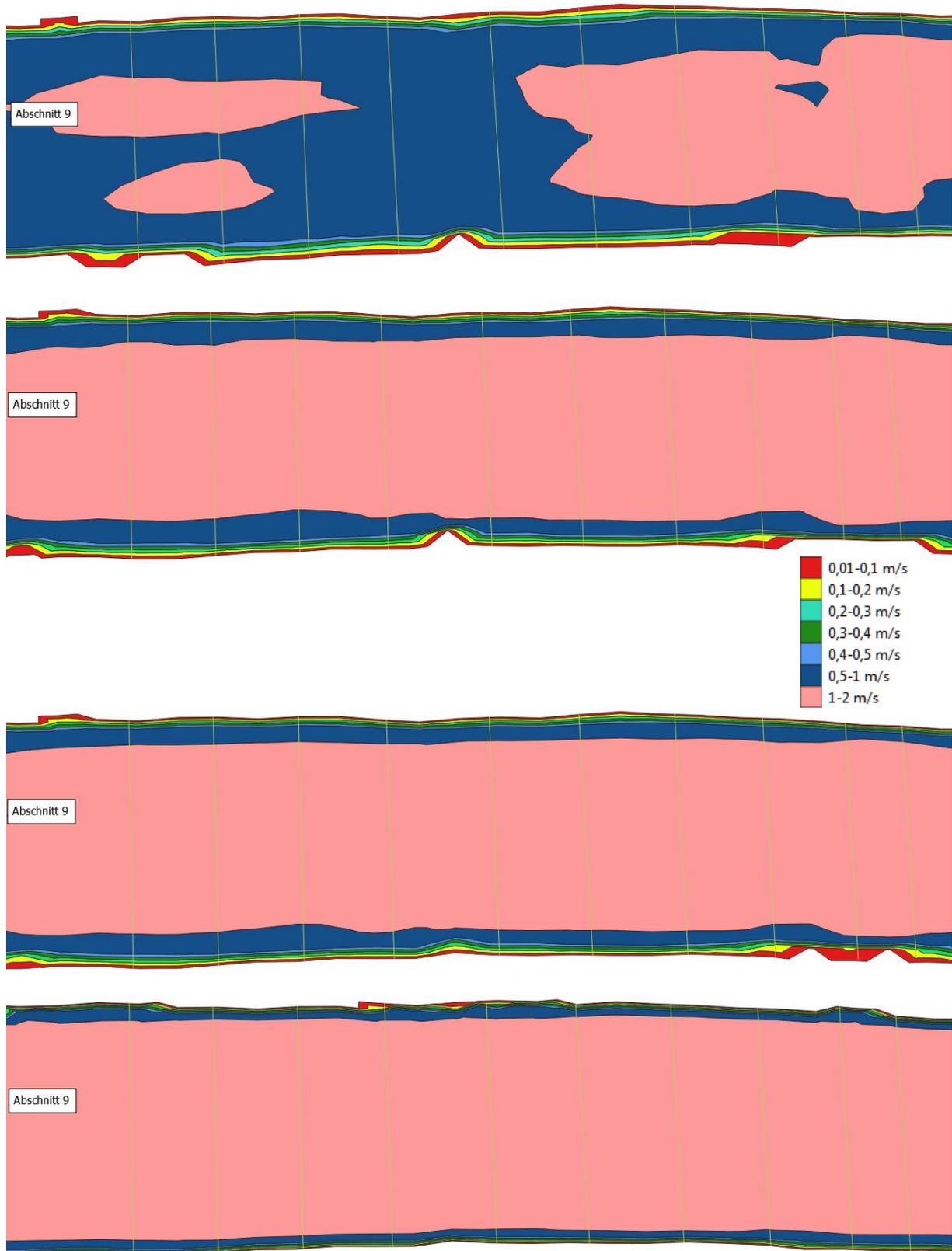
Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 8



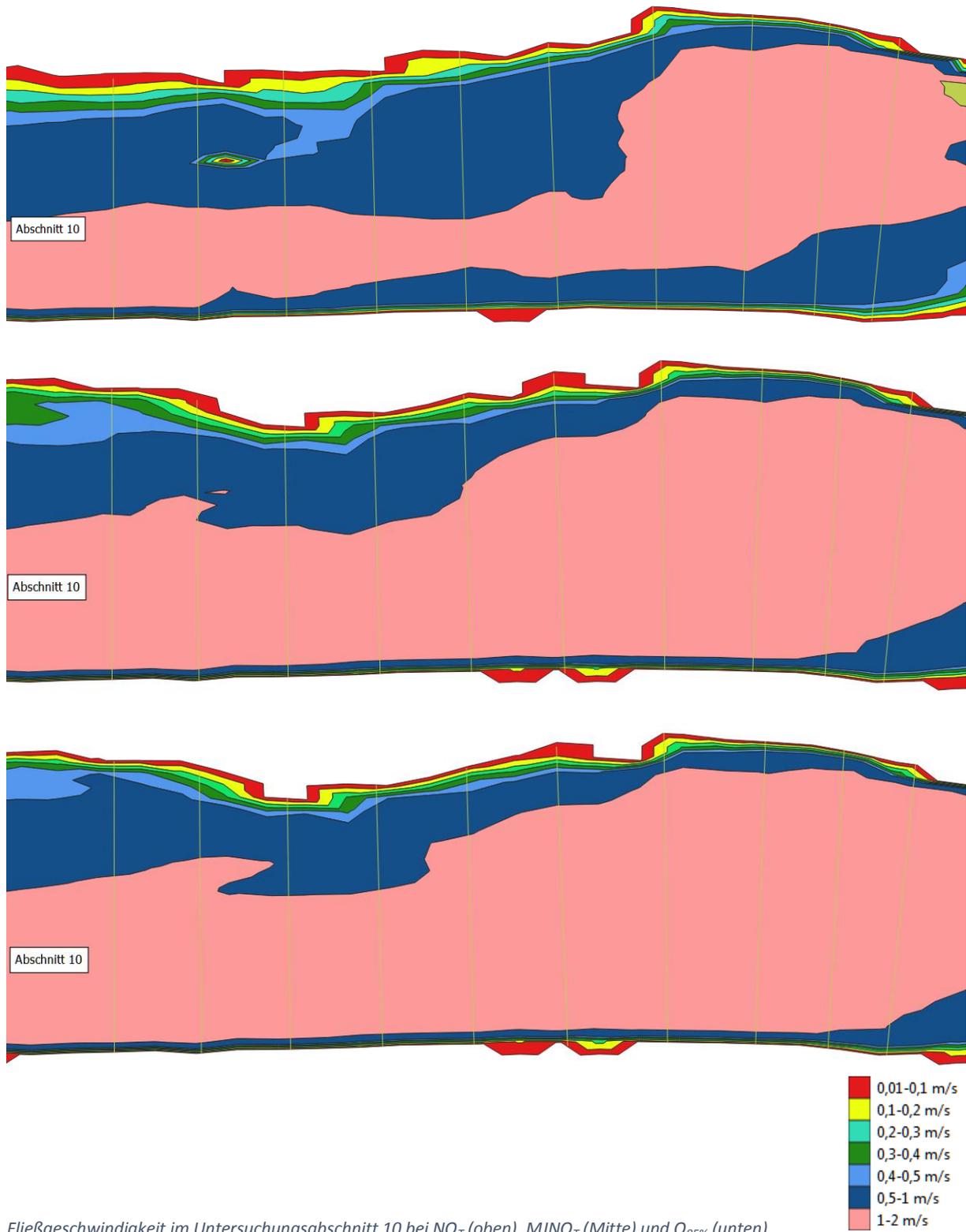
Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 8 bei N_{Q_T} (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 9

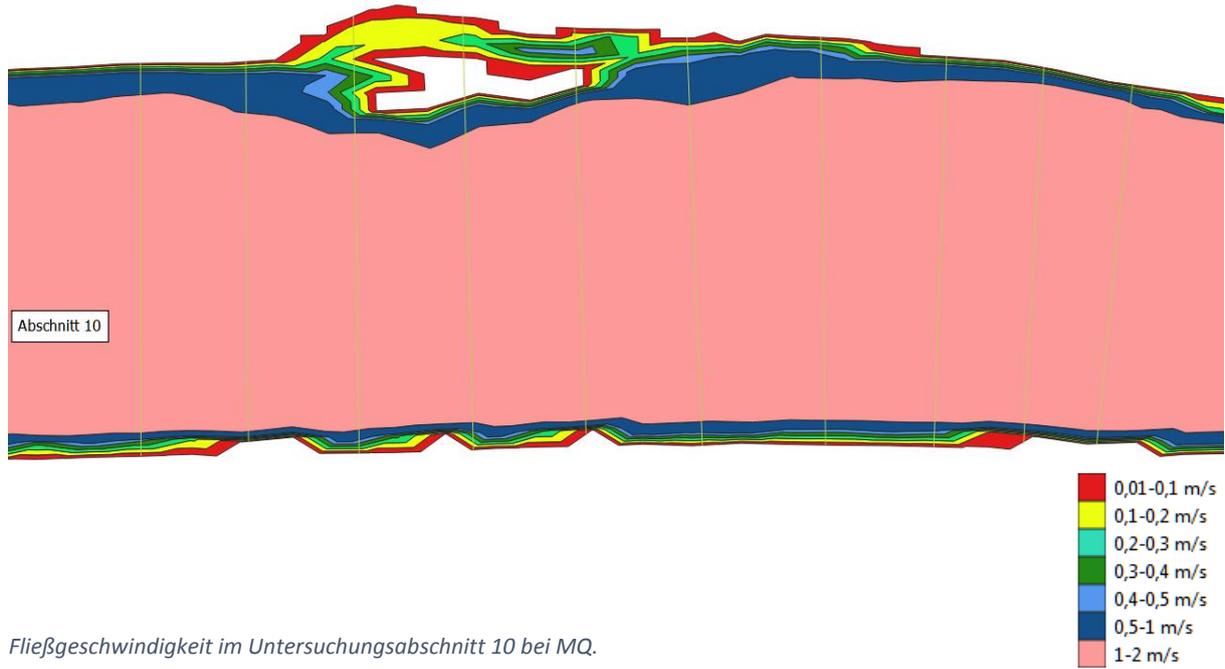


Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 10

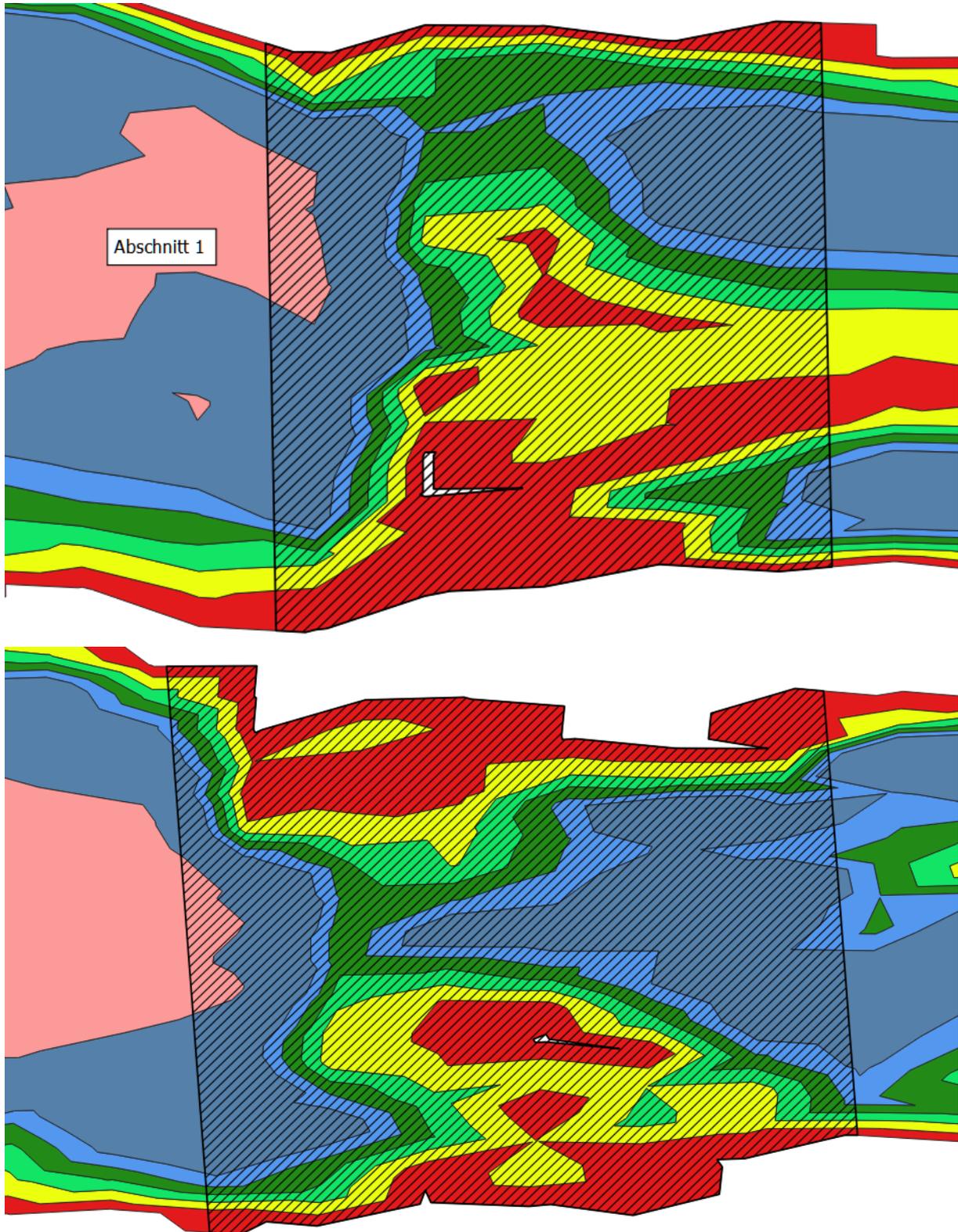


Fließgeschwindigkeit im Untersuchungsabschnitt 10 bei NQ_7 (oben), $MJNQ_7$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

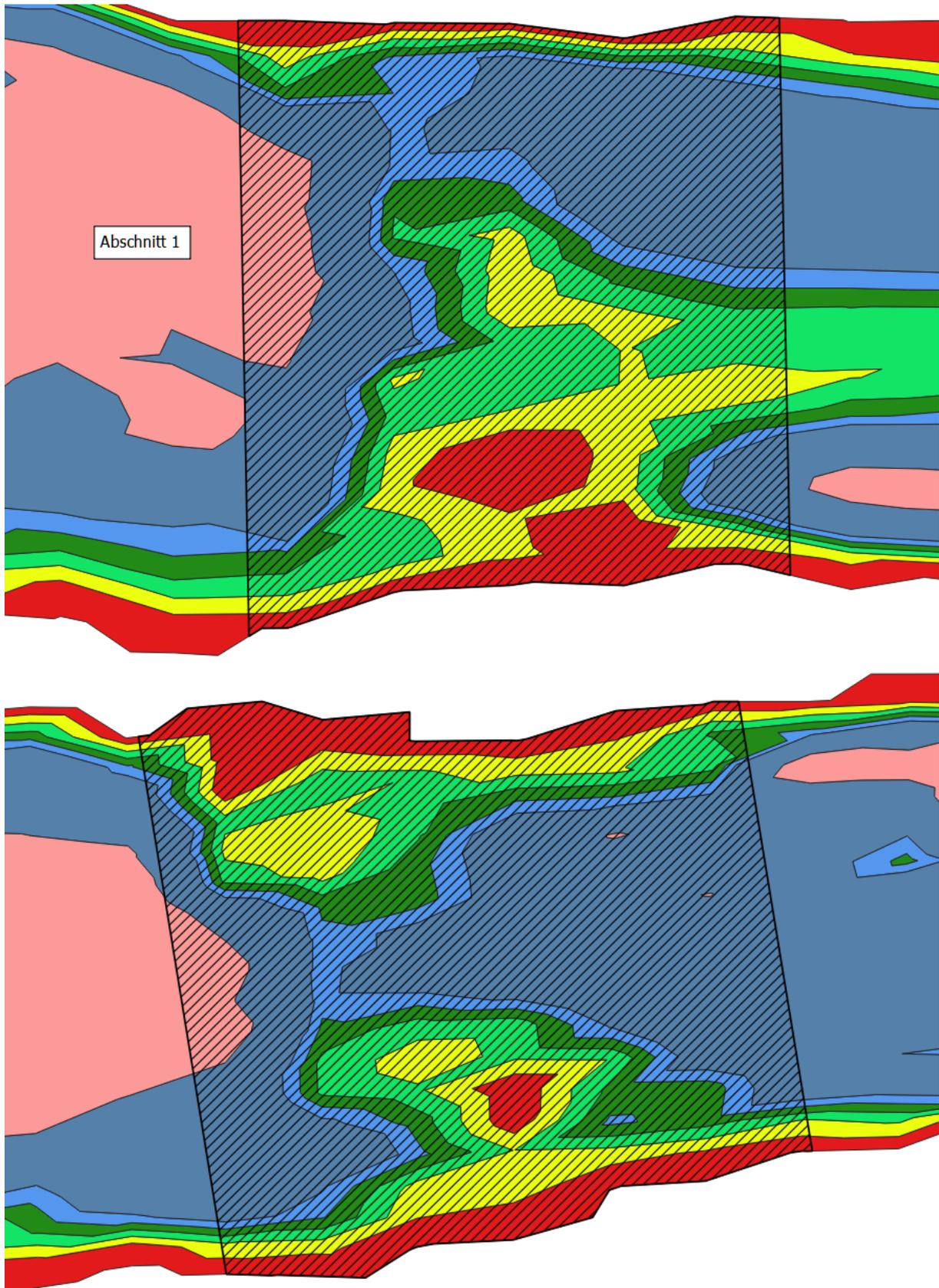


8.3. Wasserfläche

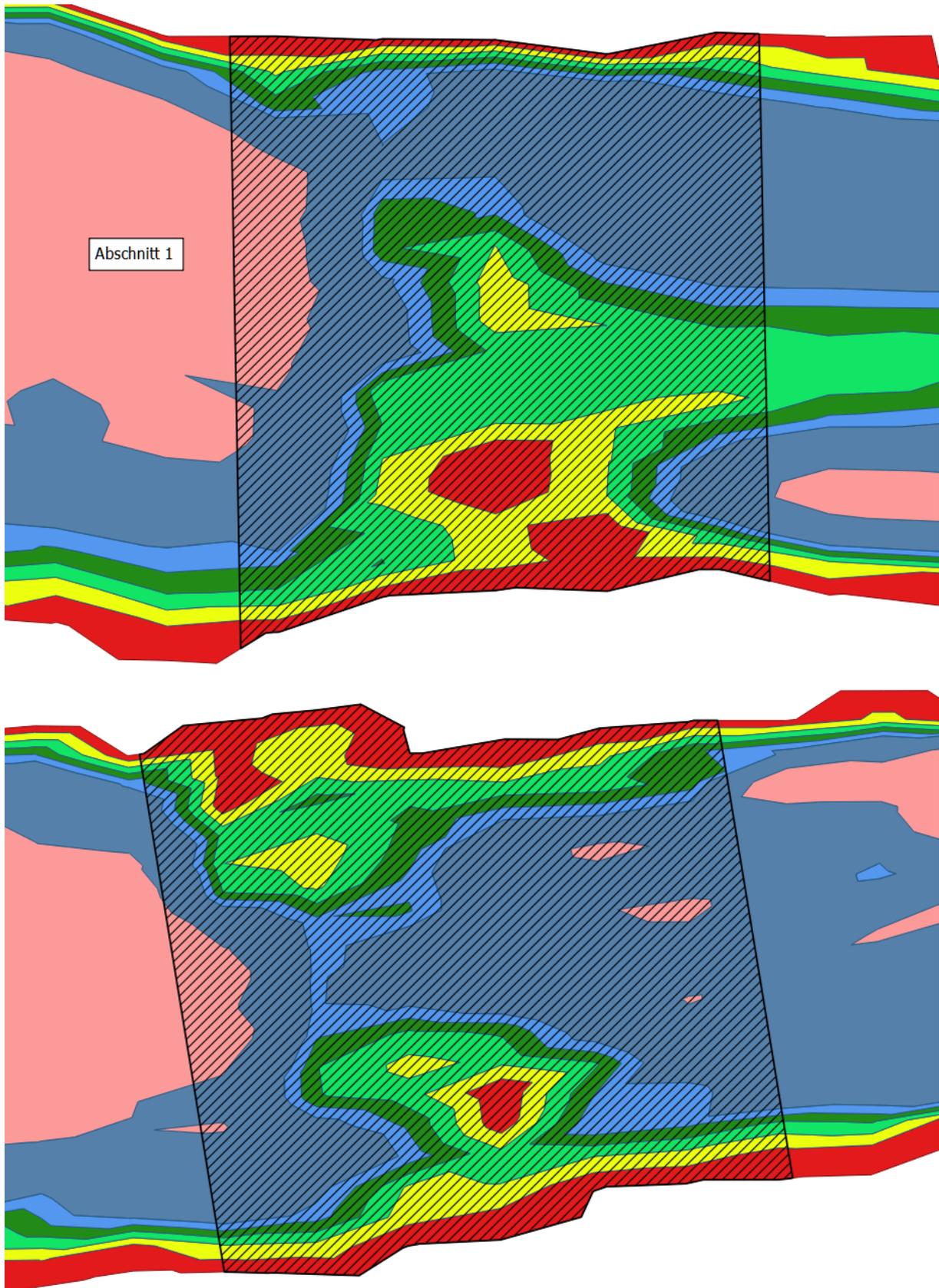
Abschnitt 1



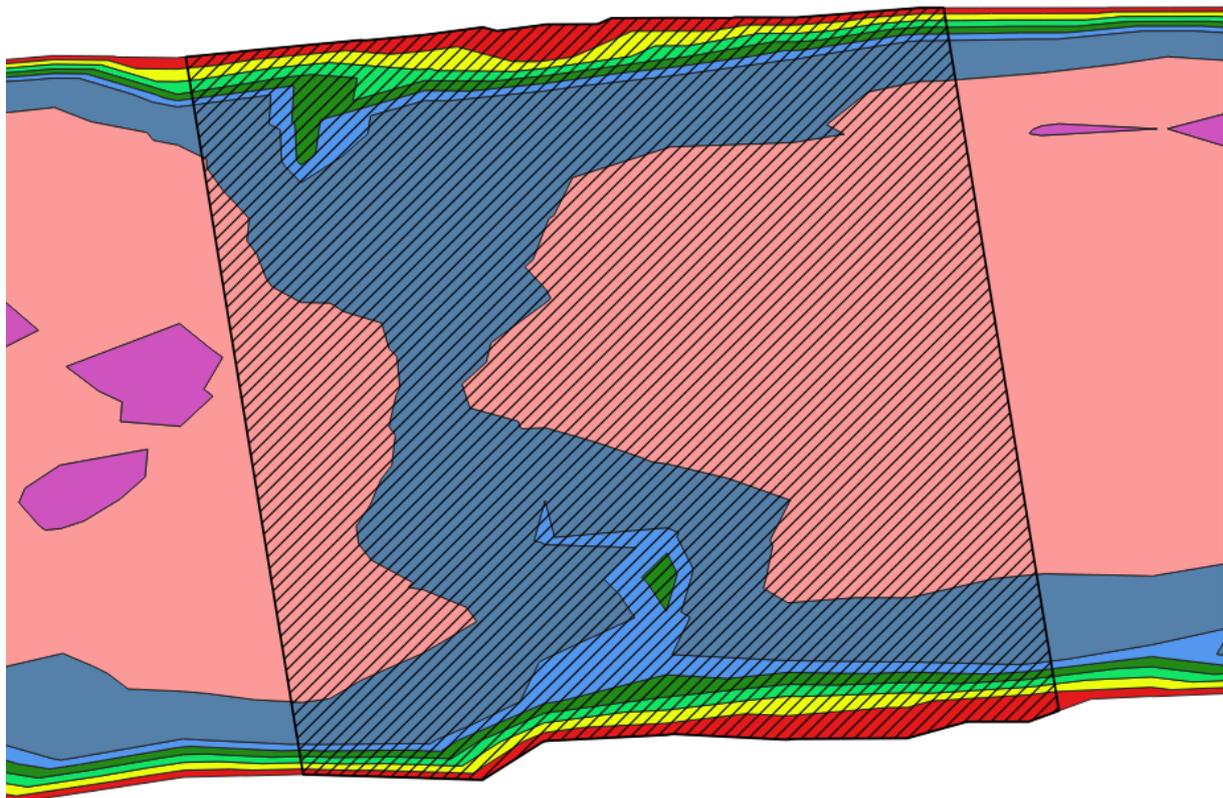
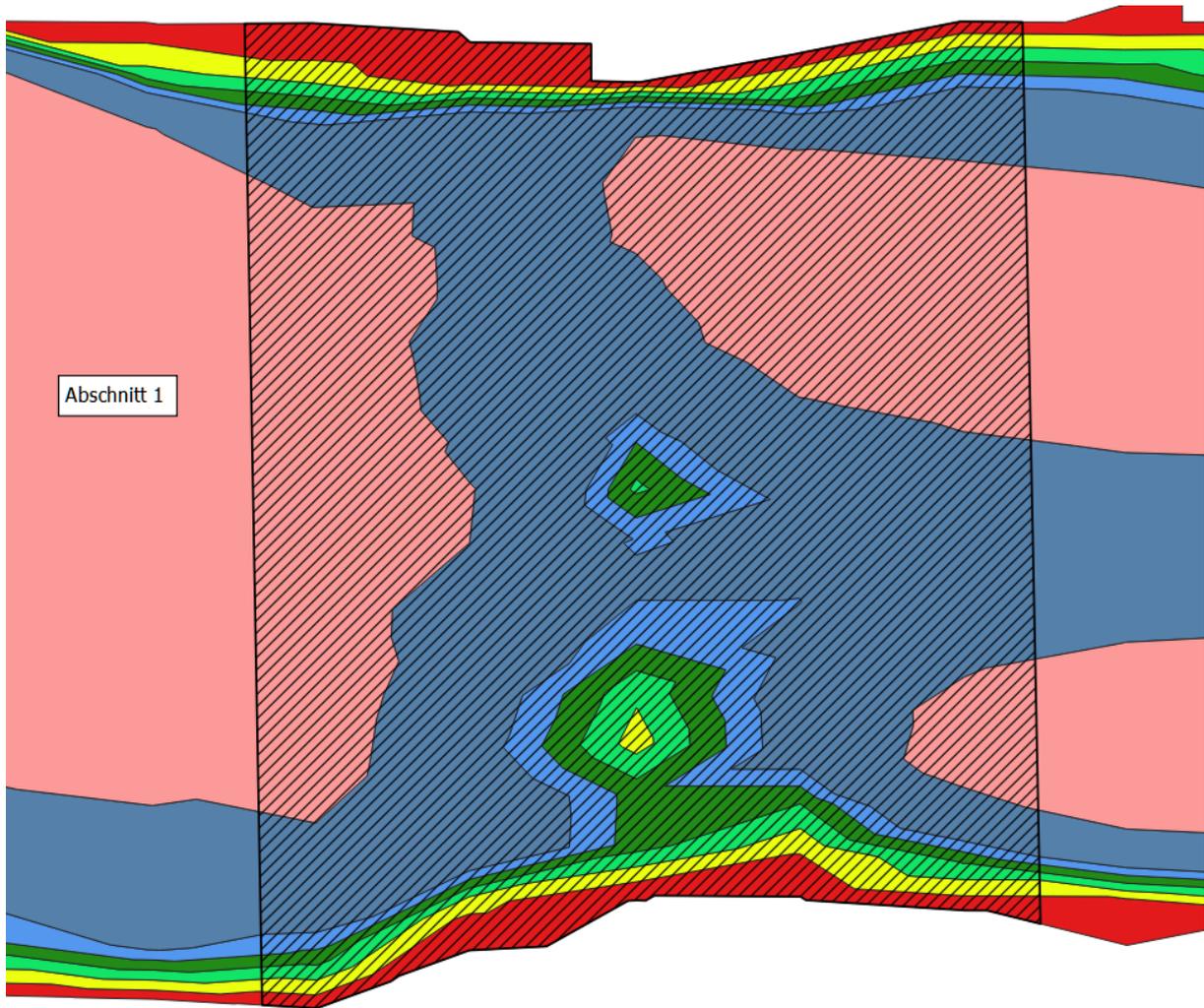
Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 1 bei NQ_7 (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).



Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 1 bei MJNQ₇ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

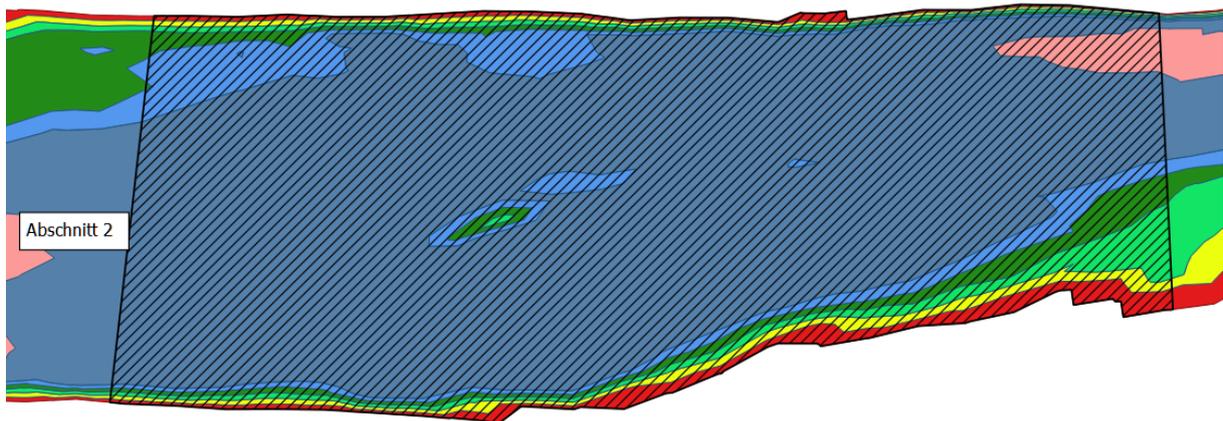
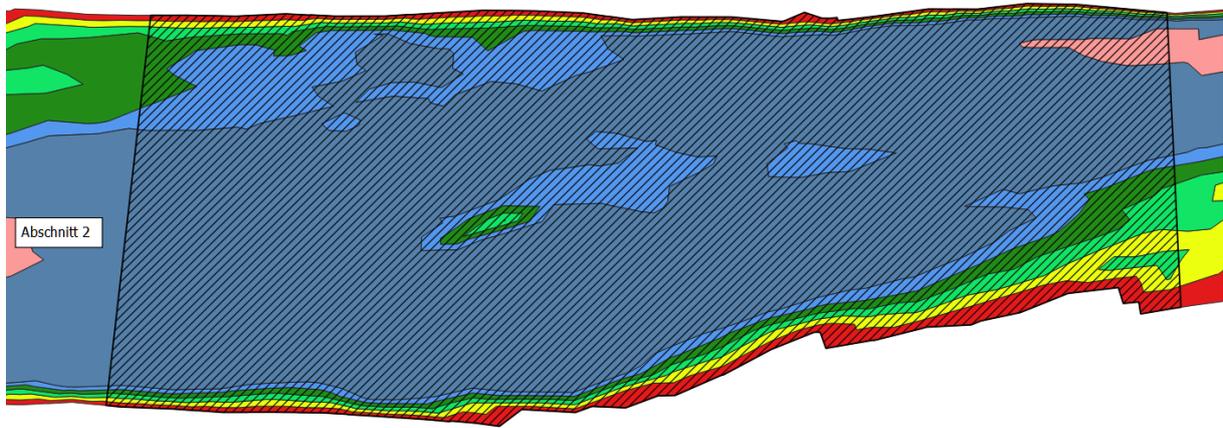
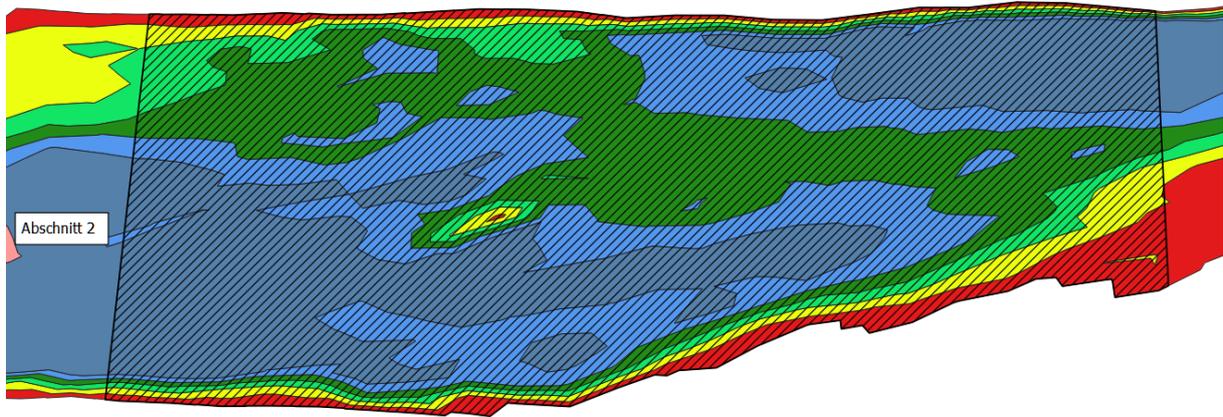


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 1 bei $Q_{95\%}$ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

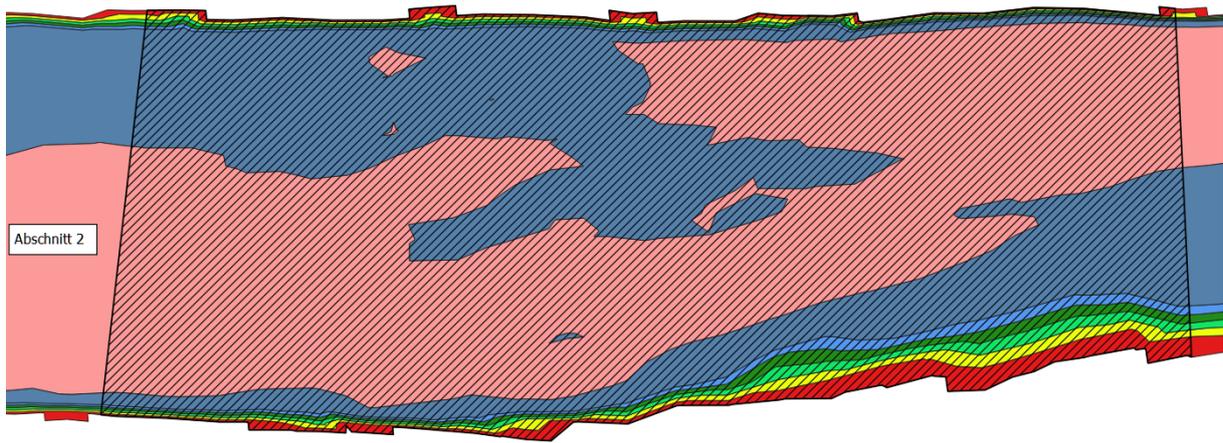


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 1 bei MQ (Profile 10-6 oben, Profile 5-1 unten).

Abschnitt 2

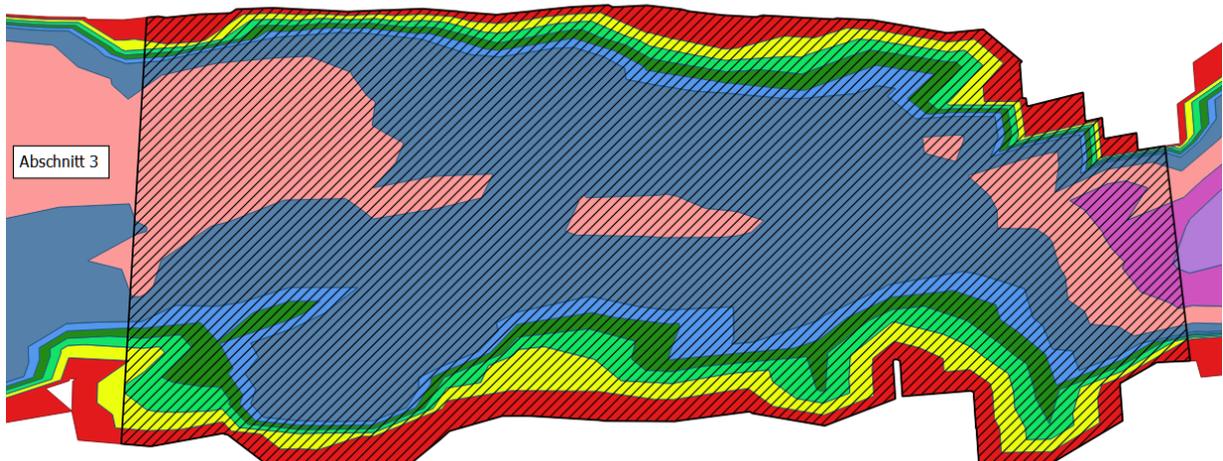
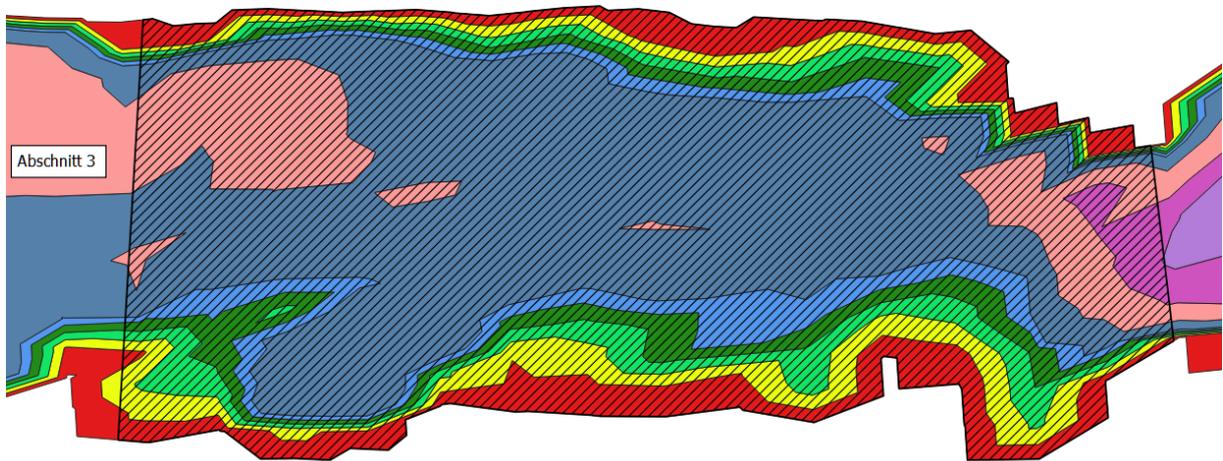
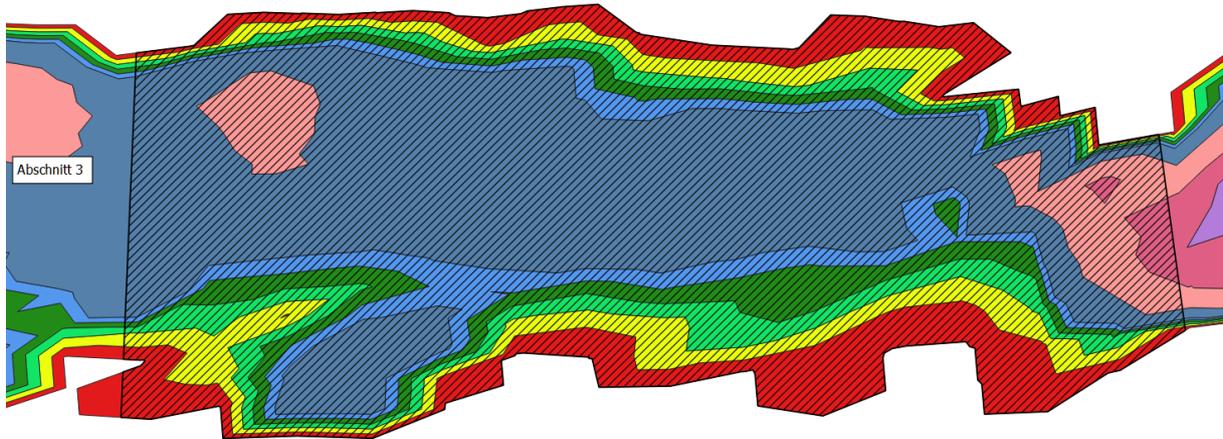


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 2 bei NQ_7 (oben), $MJNQ_7$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

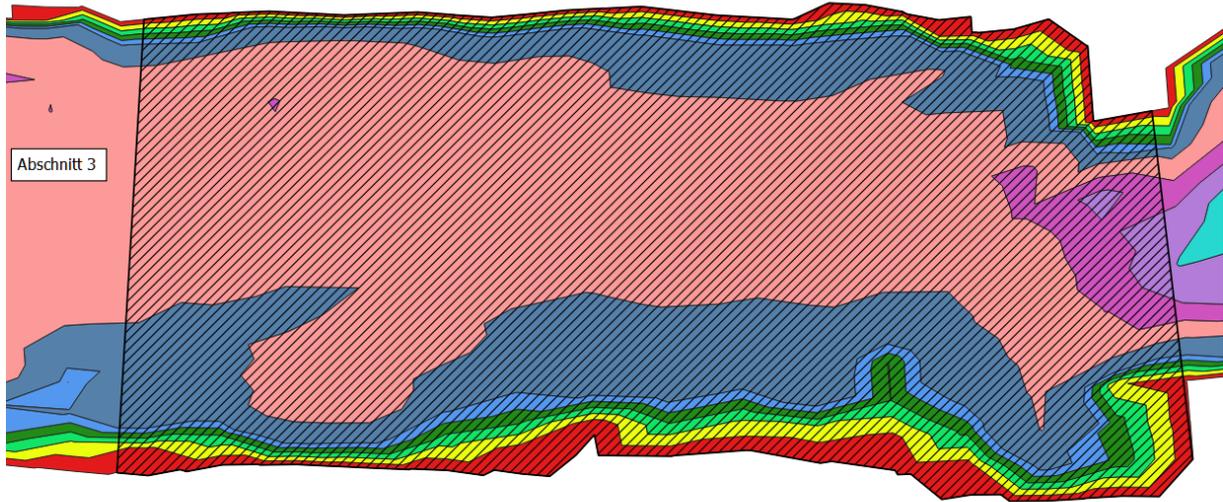


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 2 bei MQ.

Abschnitt 3

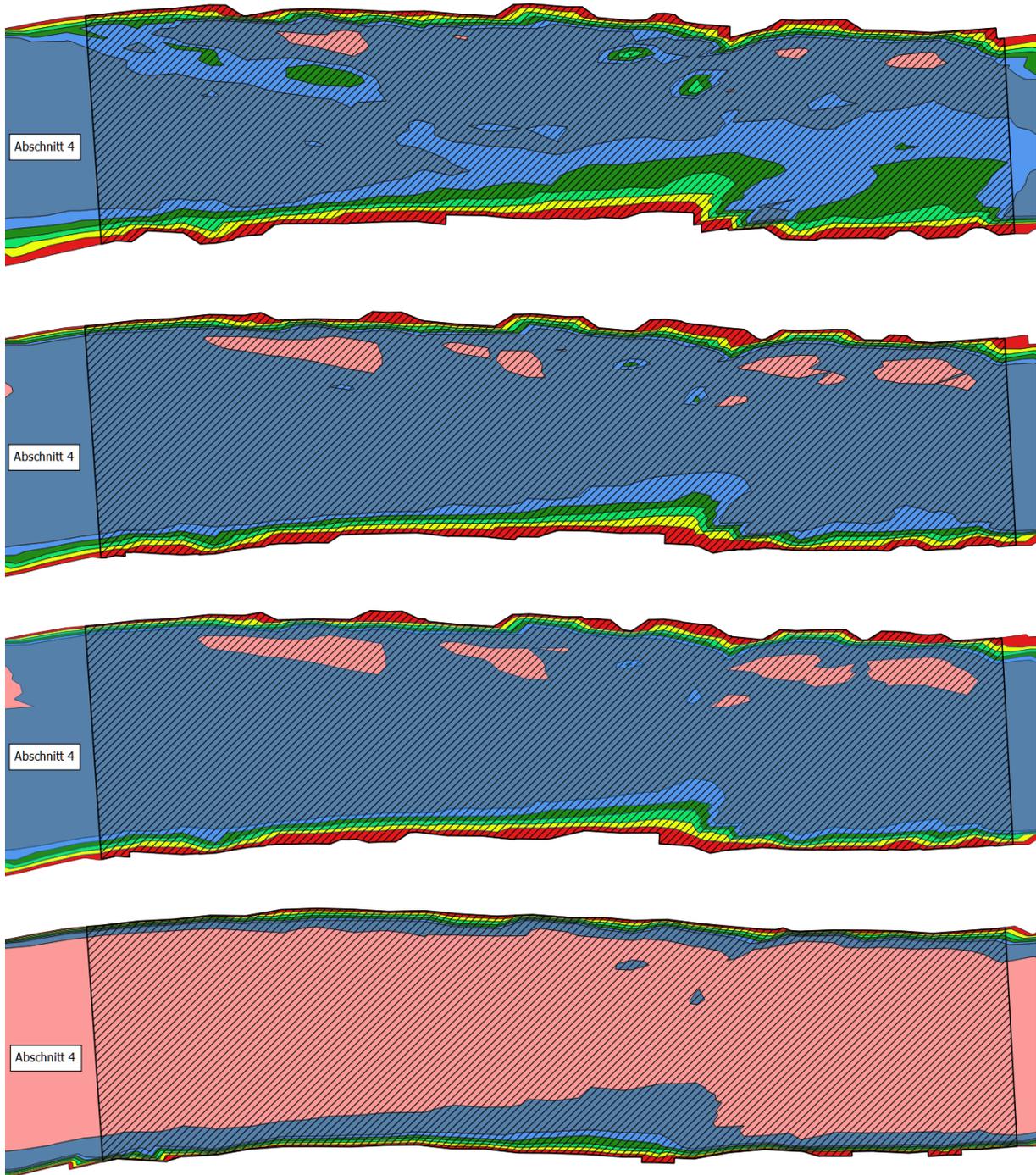


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 3 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



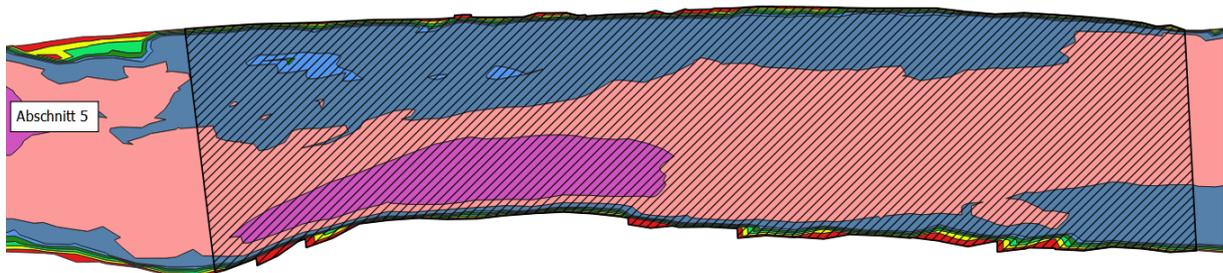
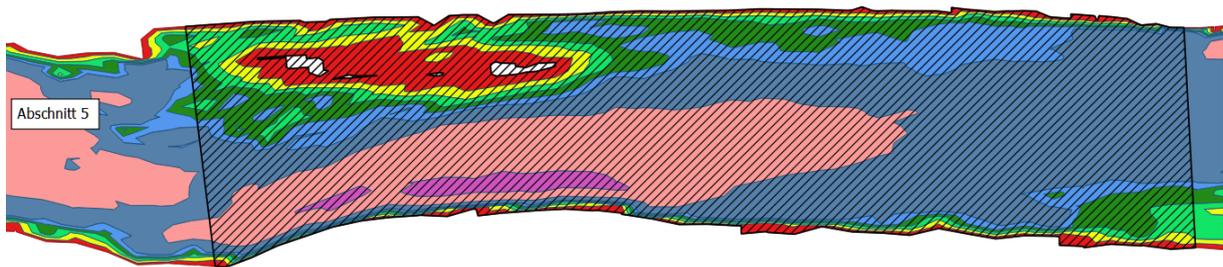
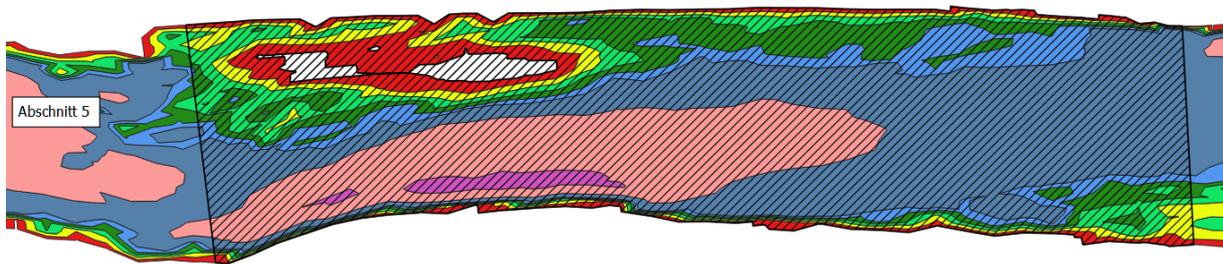
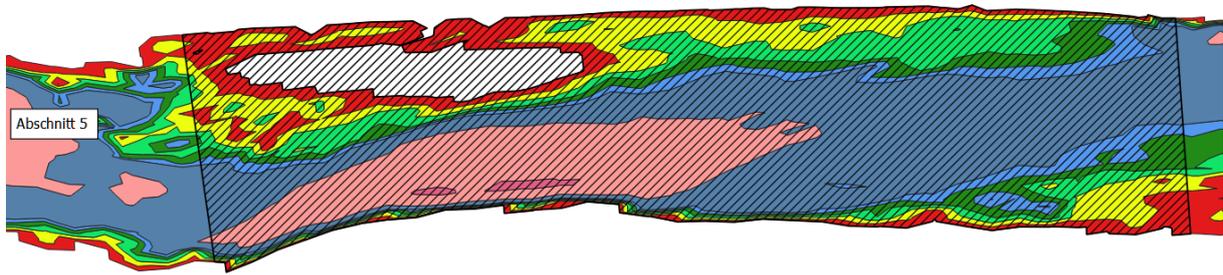
Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 3 bei MQ.

Abschnitt 4



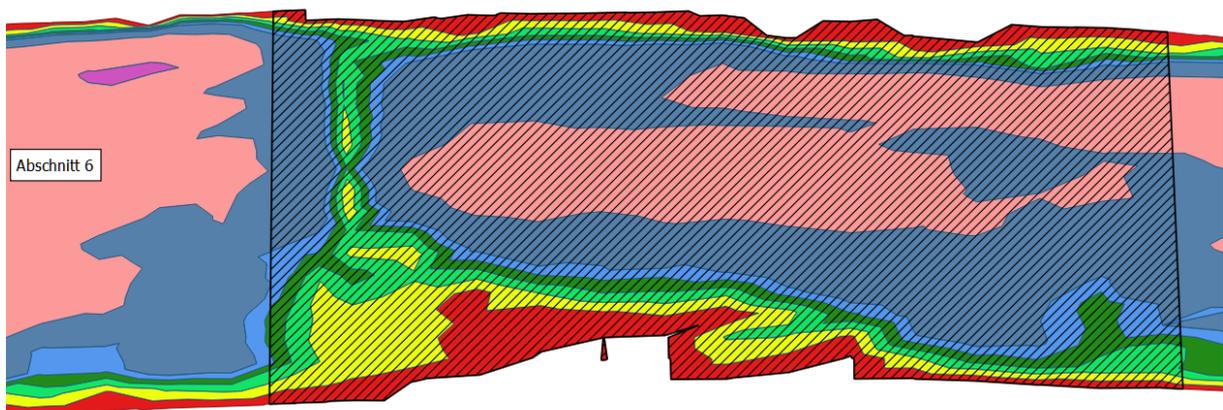
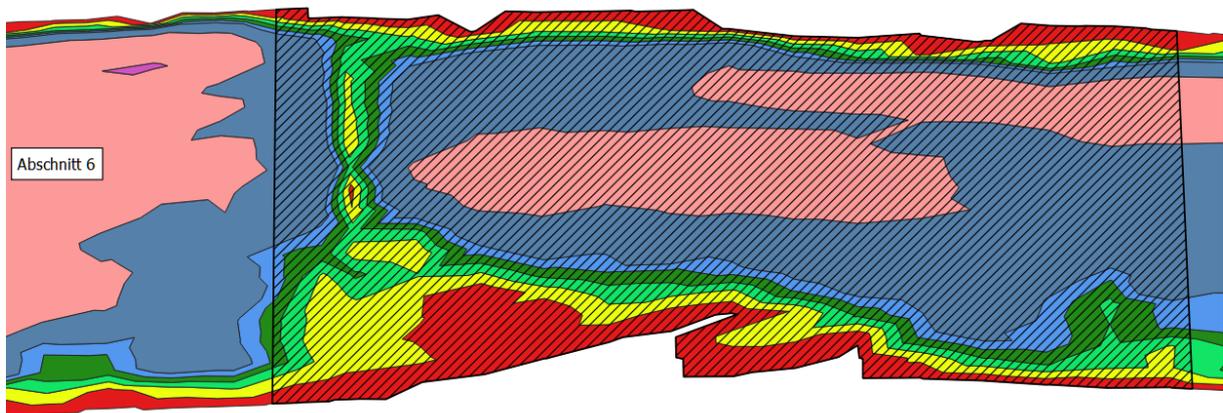
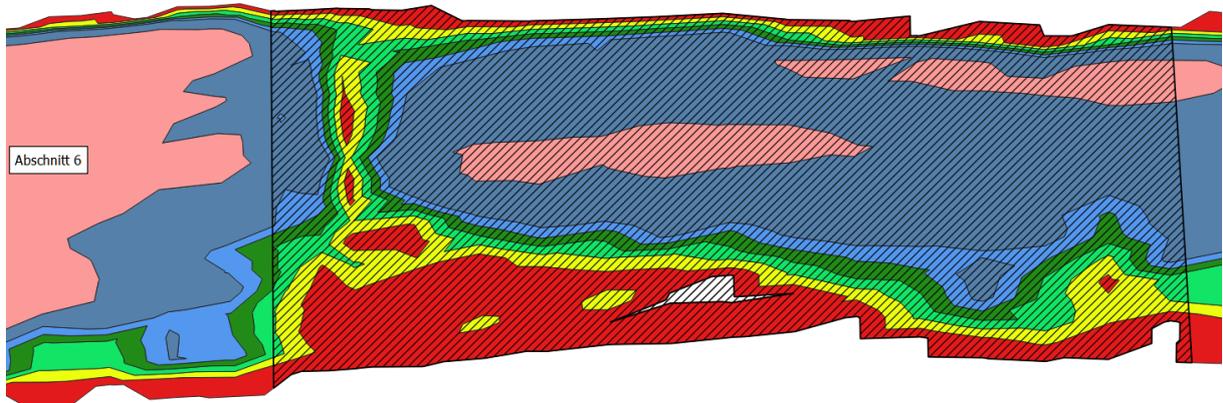
Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 4 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 5

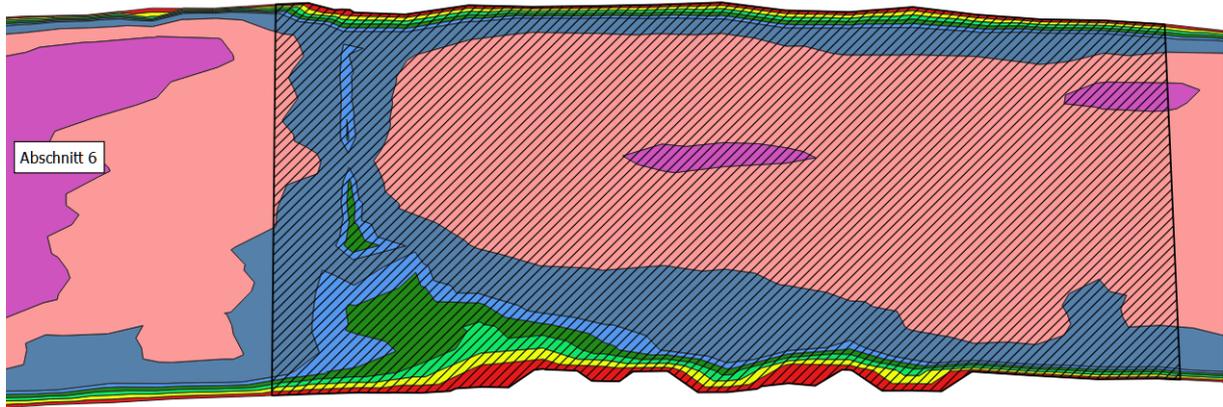


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 5 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben,) $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 6

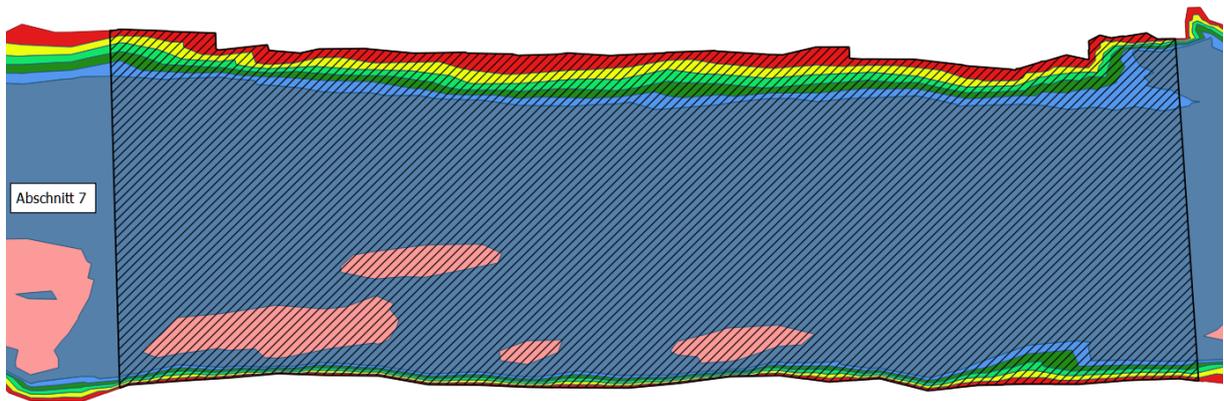
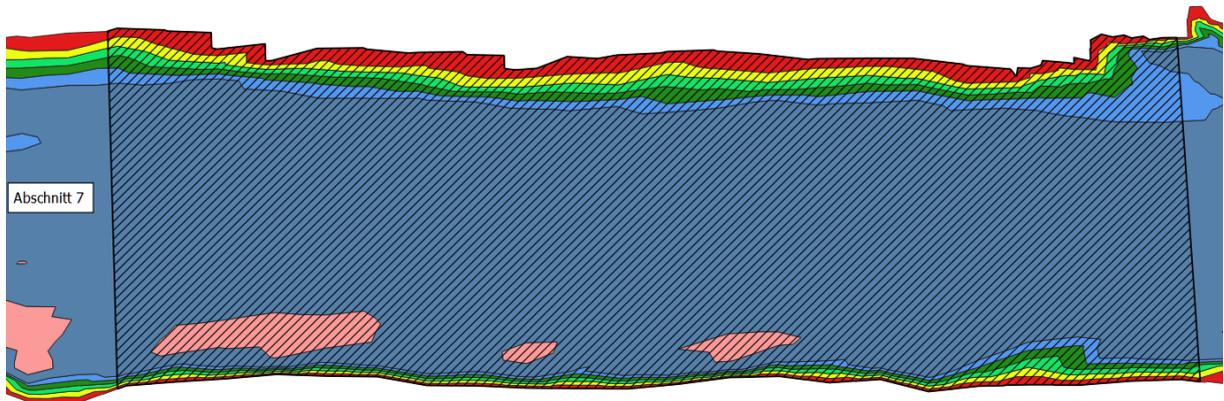
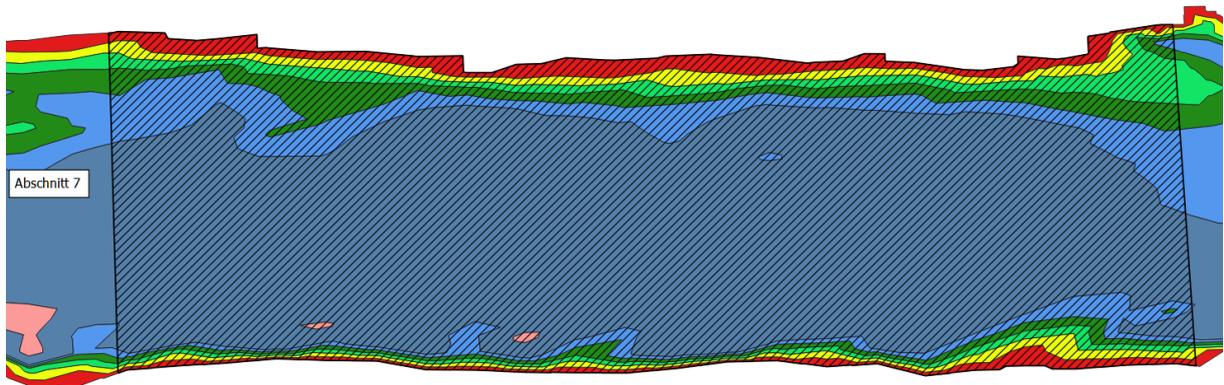


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 6 bei NQ_7 (oben), $MJNQ_7$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).

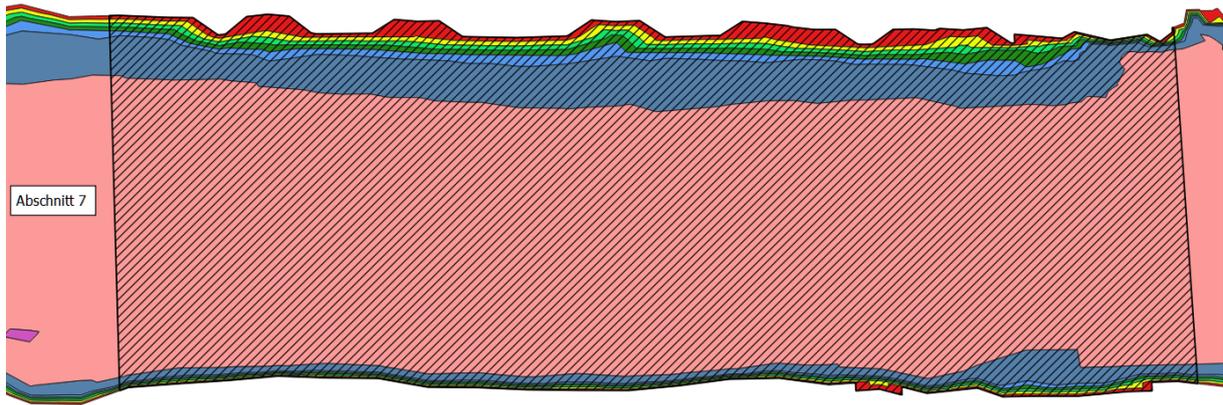


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 6 bei MQ.

Abschnitt 7

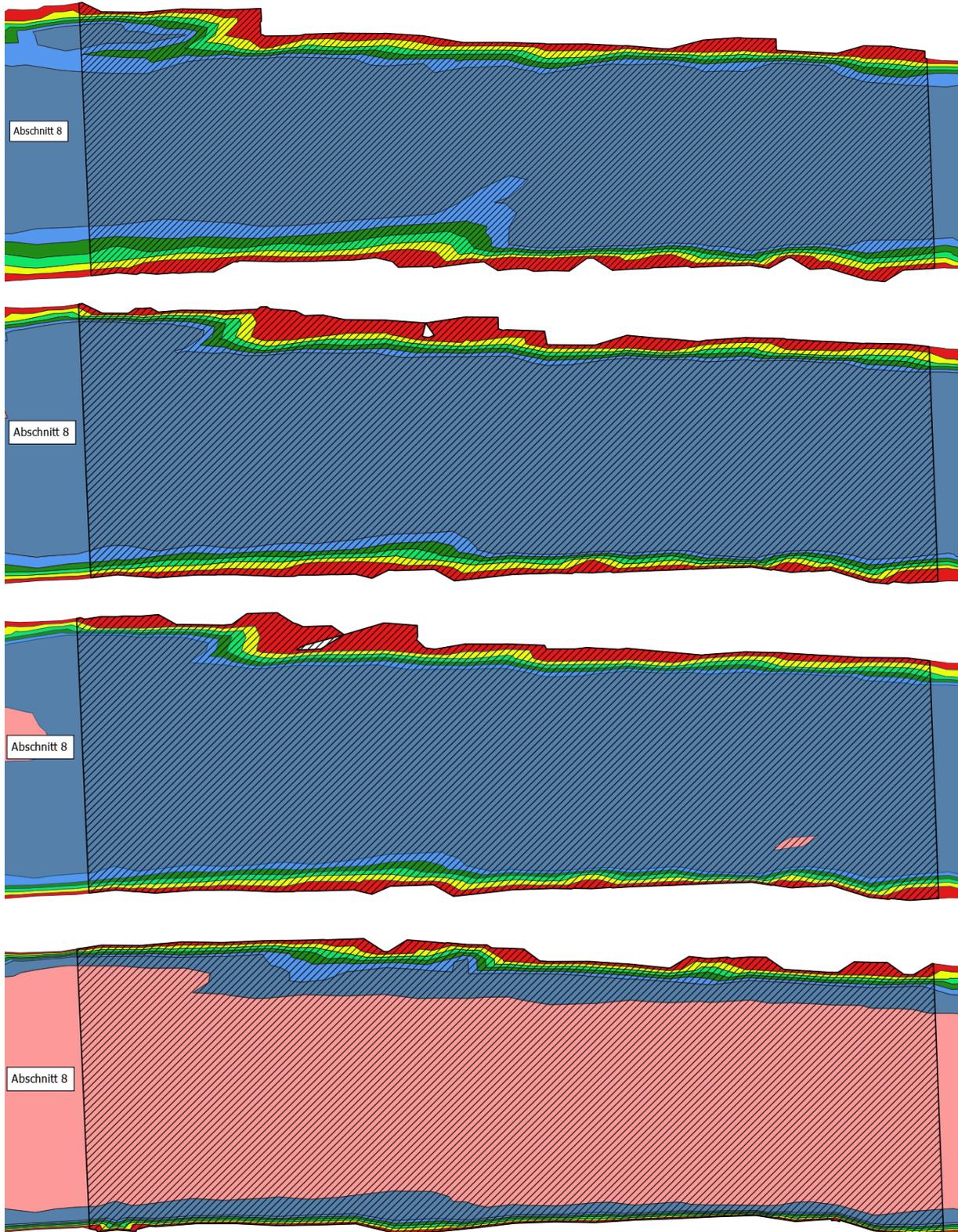


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 7 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



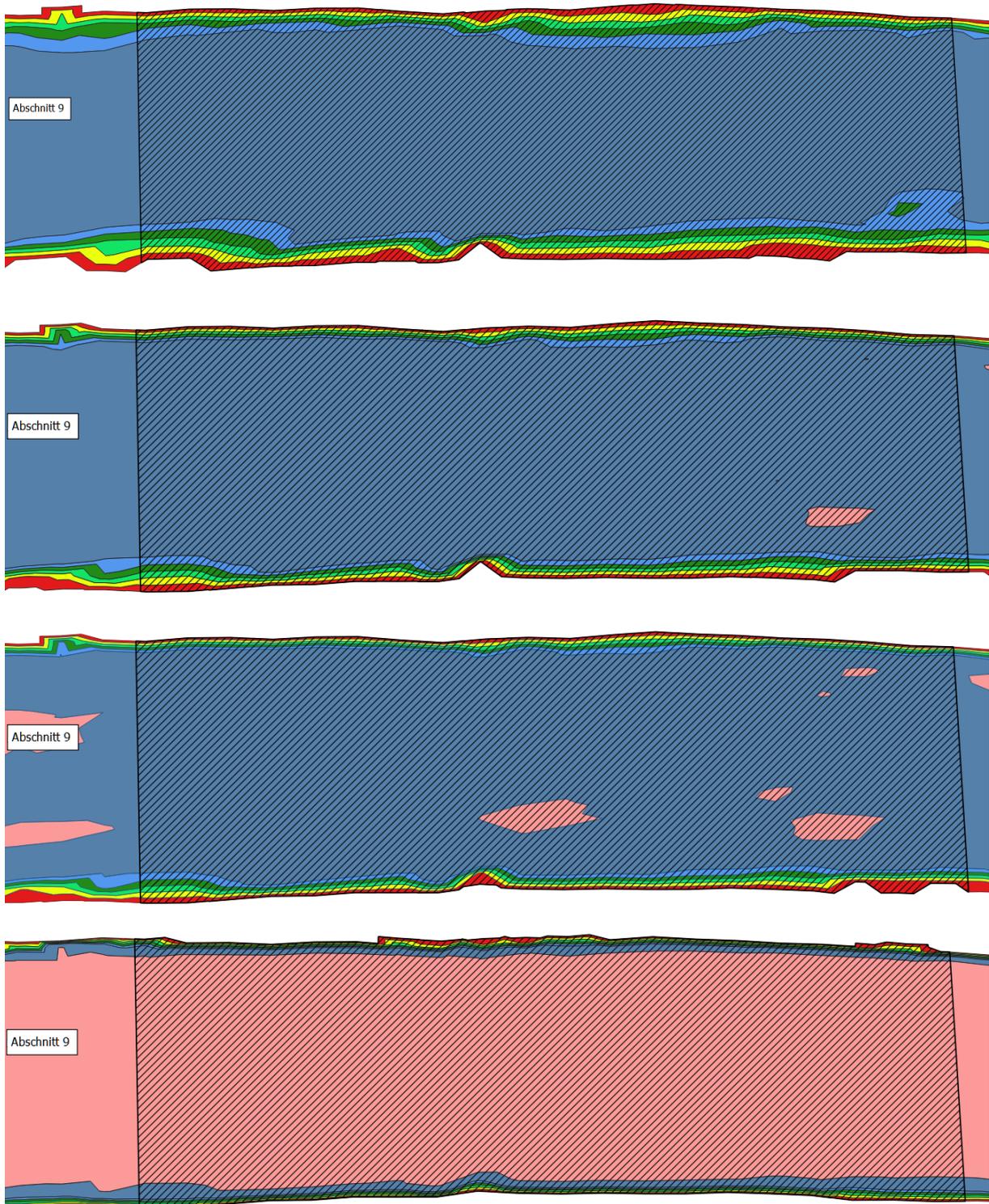
Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 7 bei MQ.

Abschnitt 8



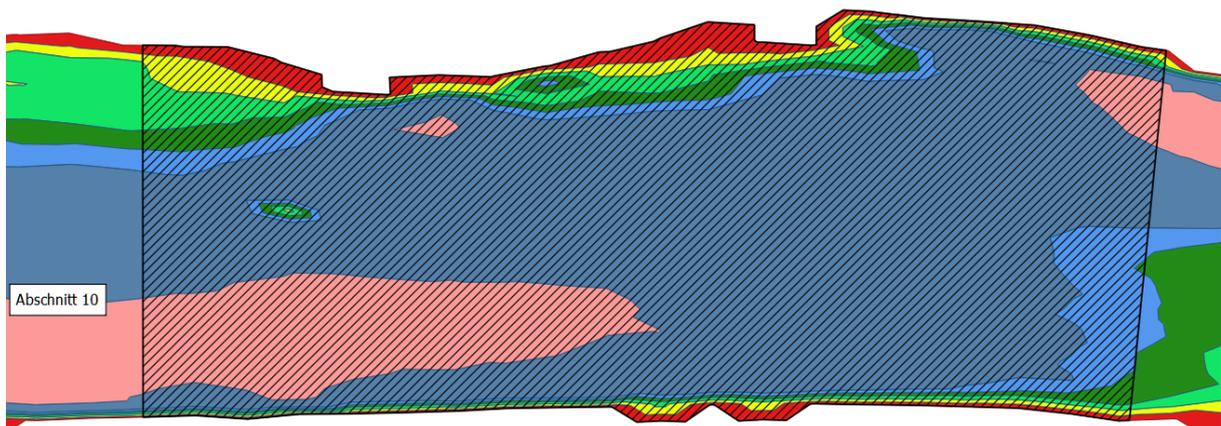
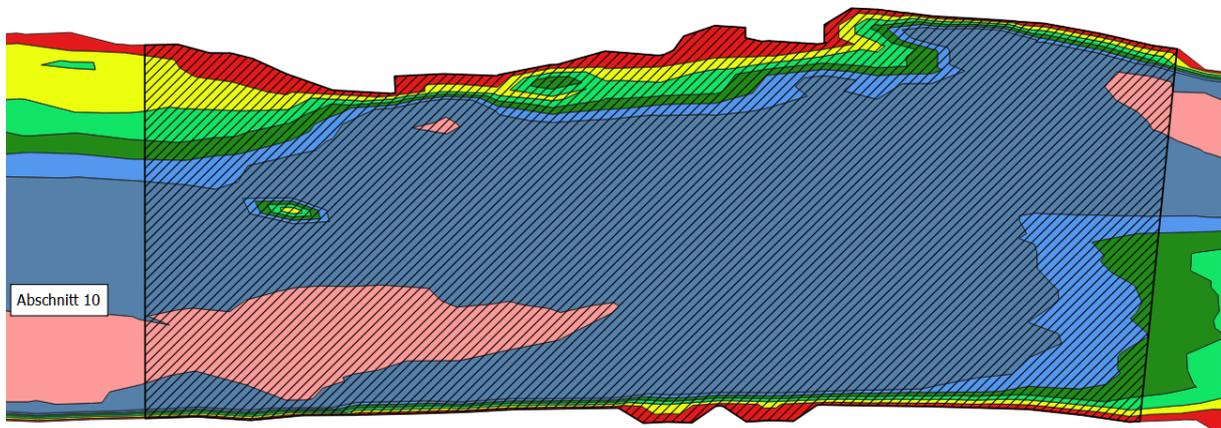
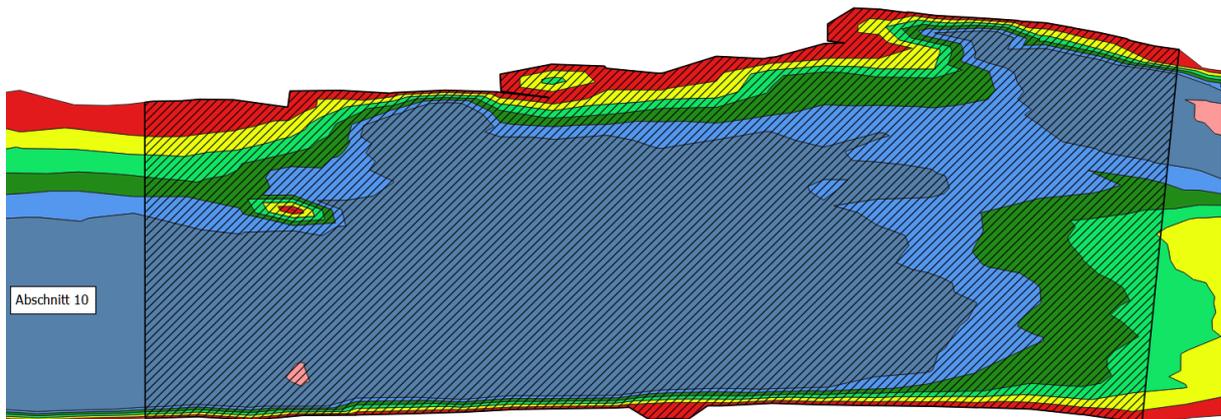
Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 8 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 9

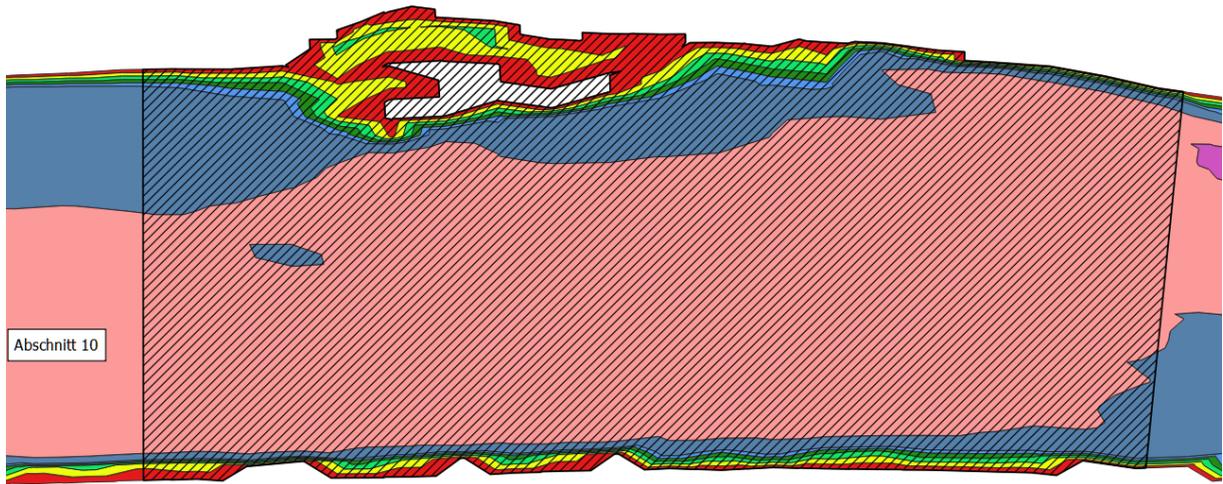


Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 9 bei NQ_T (oben), $MJNQ_T$ (Mitte oben), $Q_{95\%}$ (Mitte unten) und MQ (unten).

Abschnitt 10



Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 10 bei NQ_7 (oben), $MJNQ_7$ (Mitte) und $Q_{95\%}$ (unten).



Wasserfläche im Untersuchungsabschnitt 10 bei MQ.

www.gomurra.eu



Interreg 
SLOVENIJA – AVSTRIJA
SLOWENIEN – ÖSTERREICH
Evropska unija | Evropski sklad za regionalni razvoj
Europäische Union | Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Projektpartner



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE



Das Land
Steiermark
→ Wasserwirtschaft



Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE



Das Land
Steiermark
→ Katastrophenschutz
und Landesverteidigung



OBČINA
GORNJA RADGONA



Das Projekt goMURra (SIAT250) wird im Rahmen des Kooperationsprogramms Interreg V-A Slowenien-Österreich vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung gefördert