



Ecohydraulic Engineering GmbH



Büro für Gewässerökologie
Mürle und Ortlepp



Auswirkungen eines HW-Deichs auf die Donau-Kiesbank bei Staubing – Hydraulik- und Habitatmodellierungen

Vorhabensträger:
Wasserwirtschaftsamt Landshut

Stuttgart/Öschelbronn, 20.03.2023

Landshut, den 30.03.2023
Edward-Christian Utza
Bauberrat

sje
Ecohydraulic Engineering GmbH

Viereichenweg 12
D-70569 Stuttgart

Handelsregister Stuttgart
HRB 22240

Geschäftsführer:
Dr.-Ing. Matthias Schneider
Dr.-Ing. Klaus Jorde

Fon: +49-(0)711-677-3435
Fax: +49-(0)711-677-3436

e-mail: mailbox@sjeweb.de
URL: <http://www.sjeweb.de>

Zitierempfehlung.

Schneider M., Ortlepp J., Kopecki I., Hägele T. (2023): Auswirkungen eines HW-Deichs auf die Donau-Kiesbank bei Staubing – Hydraulik- und Habitatmodellierungen.- Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamt Landshut; sje Stuttgart & hydraM&O Öschelbronn, 1. überarb. Version 20.03.2023

Auswirkungen eines HW-Deichs auf die Donau-Kiesbank bei Staubing – Hydraulik- und Habitatmodellierungen

Stuttgart/Öschelbronn, 20.03.2023

Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Landshut
Seligenthaler Straße 12
84034 Landshut

Bearbeiter: Dr.-Ing. Matthias Schneider, Dipl.-Biol. Johannes Ortlepp, Dr.-Ing. Iana Kopecki,
Tobias Hägele M. Sc.

Autoren: Dr.-Ing. Matthias Schneider, Tobias Hägele M. Sc.



Sje – Ecohydraulic Engineering GmbH
Viereichenweg 12, 70569 Stuttgart
URL: www.sjeweb.de
Email: mailbox@sjeweb.de



Dipl.-Biol. Johannes Ortlepp
Büro für Gewässerökologie Mürle und Ortlepp
Mühlweg 17, D – 75223 Öschelbronn
Email: ortleppj@gmail.com

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Veranlassung und Zielsetzung	1
1.2	Verwendete Methoden	1
2	Untersuchte Gewässerabschnitte	4
3	Datengrundlage	6
3.1	Gelände- und Modelldaten	6
3.2	Hydrologie	6
3.3	Feldarbeiten	8
3.4	DGM und Hydraulische Modellierung	10
3.5	Auswahl der Fischarten und ihre Habitatansprüche	16
4	Ergebnisse	20
4.1	Sedimentproben	20
4.2	Substratkartierungen	22
4.3	Hydraulik und Dynamik der Kiesbank Staubing US7	23
4.4	Darstellung der betrachteten Kiesbänke	30
4.5	Habitat eignung und -angebot	34
5	Zusammenfassung	43
5.1	Morphologie des Donauabschnitts	43
5.2	Besonderheit der Kiesbank Staubing	43
5.3	Auswirkungen des Hochwasser-Damms	43
6	Literaturverzeichnis	45
7	Anhang	46
7.1	Orthofotos der Untersuchungsstrecken	47
7.2	Ergebnisse der Kartierung	49
7.3	Ergebnisse der Sedimentprobenahme	50
7.4	Ergebnisse der 2D-HN-Modellierung	75
7.5	Modellprinzip CASiMiR Fish	83
7.6	Darstellung der Habitatansprüche	85
7.7	Habitatangebot	87
7.8	Q-GIS Projekt „DonauStaubing.qgz“	102

1 Einleitung

1.1 Veranlassung und Zielsetzung

In der Ortslage von Staubing ist die Errichtung eines Hochwasserschutzdeiches im Bereich des rechten Donauvorlands geplant. Der geplante Deich liegt im Donauvorland und würde bei Umsetzung den Fließquerschnitt verengen.

Gleichzeitig liegt im direkt beeinflussten Bereich die langgezogene Kiesbank Staubing, die einzige größere Kiesbank des Donauabschnitts zwischen Vohburg und Kelheim, die abhängig vom Abfluss, zeitweilig als Insel ausgebildet ist. Eine Insel ist in diesem Bereich bereits auf frühen Kartenwerken zu finden, aufgrund der mangelnden Kartiergenauigkeit nicht immer gleich lokalisiert, aber zumindest in allen auffindbaren Luftbildern sehr stabil lokalisiert und von auffallend gleichbleibender Gestalt.

Gegenstand der vorliegenden Studie, sind zum einen Untersuchungen zu den hydraulischen Belastungen der Kiesbank Staubing vor und nach Umsetzung der Maßnahme. Diese werden mit einem 2D-Hydrodynamisch-Numerischen Modell (2D-HN-Modell) durchgeführt. Es wird eine Einschätzung über Wahrscheinlichkeit und Ausmaß morphologischer Veränderungen getroffen.

In einem weiteren Schritt werden wichtige, auf der Kiesbank vorhandene Fischhabitate mit dem Habitatmodellsystem CASiMiR abgebildet. Zusätzlich werden weitere sieben Kiesbänke/ Kiesstrukturen im Donauabschnitt zwischen Vohburg bis kurz unterhalb der Weltenburger Enge modelliert, um zu untersuchen, in welchem Umfang die Habitattypen der Kiesbank auch an diesen Strukturen vorhanden sind und einen eventuellen Verlust ggf. kompensieren können.

Die SJE Ecohydraulic Engineering GmbH in Kooperation mit dem Hydra-Büro für Gewässerökologie Mürle und Ortlepp wurde vom Wasserwirtschaftsamt Landshut am 16.8.2021 mit der Auftragsnummer 21 1277805 P102 mit der Durchführung der oben genannten Untersuchungen beauftragt.

Die wichtigsten Arbeitsschritte und Ergebnisse sind im vorliegenden Bericht erläutert.

Der Auftrag wurde am 20.9.2021 um die Erstellung einer ergänzenden FFH-Verträglichkeitsstudie für den Bereich der Kiesbank Staubing erweitert.

1.2 Verwendete Methoden

1.2.1 Habitatuntersuchungen

Für die Untersuchungen des aquatischen Raums und der Fischhabitate wird das am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelte Simulationsmodell CASiMiR verwendet (Schneider 2001, Noack et al. 2013). Mit dem Modul CASiMiR-Fish ist es möglich, Fischlebensräume anhand von am Gewässer erhobenen Informationen über Geometrien und Strukturen in Verbindung mit berechneten Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten nachzubilden. Im Rahmen der Simulationen werden, neben den rein hydraulischen Eigenschaften, die Lebensräume für gewässertypische Fischarten und deren Altersstadien betrachtet.

Eine kurze Erläuterung des Modellprinzips und der eingehenden regelbasierten Habitatanspruchsdaten von Fischen, sowie eine Darstellung der Ansprüche der in dieser Studie verwendeten Daten sind im Anhang gegeben (7.5 bzw. 7.6).

1.2.1.1 Habitateignung und räumliche Verteilung, Habitateignungskarten

Durch die Verknüpfung der Informationen über Gewässerstrukturen, Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen mit den Lebensraumansprüchen der Fischarten kann berechnet werden, wie gut ein Gewässerabschnitt als Lebensraum geeignet ist. Die ermittelten Eignungsindizes (SI, engl.: suitability index) zwischen 0 (=ungeeignet) und 1 (=optimal geeignet) können im Habitatmodell lokal zugewiesen und eine „Habitateignungskarte“ (Abb. 1) erstellt werden. Anhand dieser Grundrissdarstellungen für die untersuchten Habitattypen lässt sich beurteilen, welche Gewässerflächen hohe, mittlere und

geringe Eignungen als Lebensraum haben oder auch gänzlich ungeeignet sind. Dadurch, dass die Darstellungen für unterschiedliche Abflüsse vorliegen, können abflussabhängige Veränderungen analysiert werden. Im Beispiel in Abb. 1 wird deutlich, dass auf der Kiesbank Staubing die Laichbedingungen für die Äsche beim Abfluss 250 m³/s am günstigsten sind und bei weiter steigenden Abflüssen deutlich ungünstiger werden.

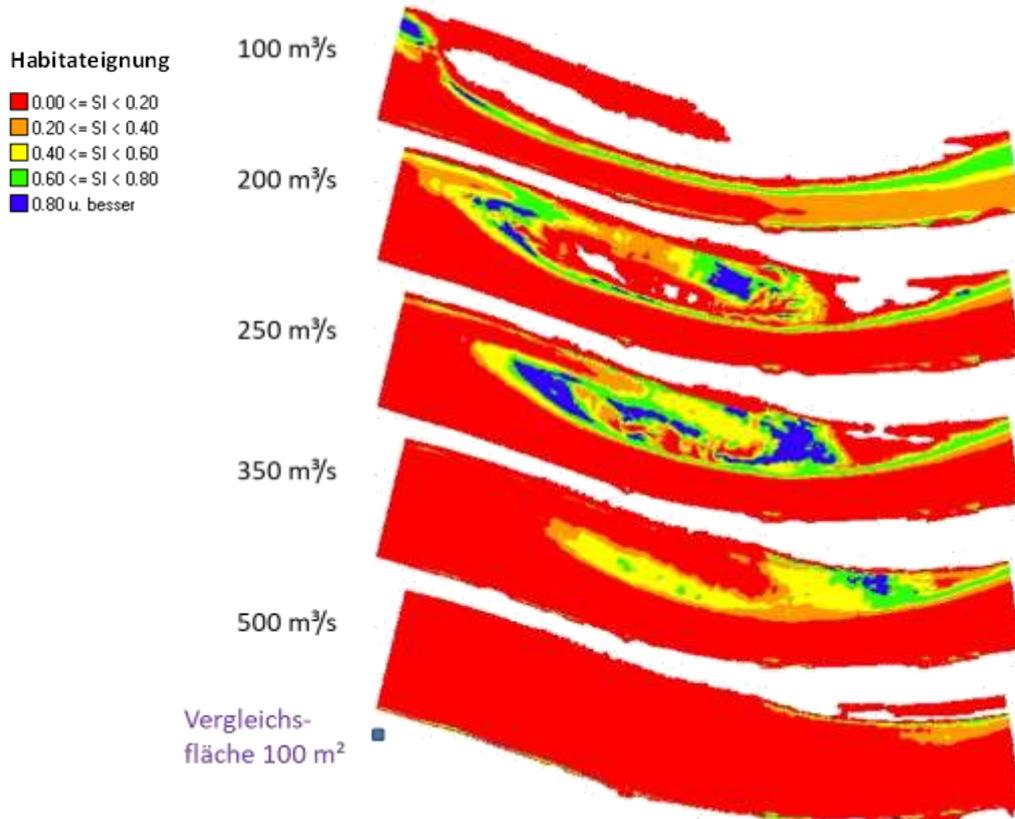


Abb. 1 Habitateneignungskarte am Beispiel der Kiesbank Staubing, hier: Äsche-Laichhabitate

1.2.1.2 Habitatangebot, Weighted Usable Area (WUA)

Um die Veränderungen der Lebensräume mit dem Abfluss darzustellen, ist es sinnvoll die lokalen Habitateneignungen zu einem integralen Wert für die gesamte Untersuchungsstrecke zusammenzufassen. Dies ist in Form einer gewichteten nutzbaren Fläche, der sogenannten „weighted usable area“ (WUA) möglich. Sie wird durch die Multiplikation aller Einzelflächen mit ihrer Eignung und nachfolgende Aufsummierung berechnet.

$$WUA = \sum_{i=1}^n A_i \cdot SI_i = f(Q) \quad \text{mit } SI_i = \text{Habitateneignung einer Einzelfläche (suitability index)}$$

Das Ergebnis ist eine Fläche, die im Falle der optimalen Eignung aller Einzelflächen (SI=1) der benutzten Fläche entspräche. Abb. 2 zeigt wie schon zuvor festgestellt, dass das Angebot an Äschen-Laichhabitate bei Abflüssen über 250 m³/s deutlich abnimmt.

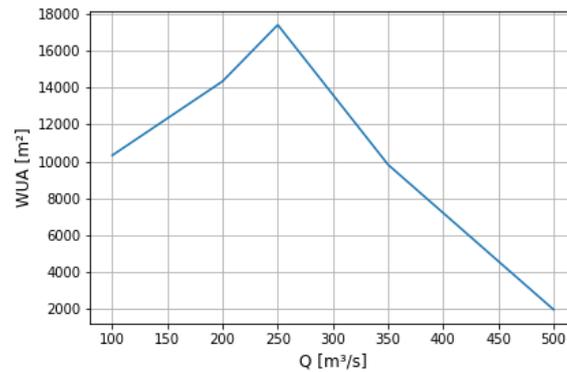


Abb. 2 Beispiel für ein WUA-Diagramm, Gesamtangebot an Habitaten (alle Eignungsflächen gewichtet und aufsummiert), hier: Äsche-Laichhabitate auf der Kiesbank Staubing

1.2.1.3 Vorkommen guter Habitate

Ein wichtiger Aspekt bei der Beurteilung des Habitatangebots ist die Häufigkeitsverteilung der Eignungsklassen. Eine Gewässerstrecke mit mittlerem Habitatangebot (= WUA s.o.) kann entweder viele Einzelflächen mit geringer bis mittlerer Eignung aufweisen, oder aber einige Flächenanteile mit hohen Eignungen und viele mit niedriger Eignung. Aus ökologischer Sicht ist vor allem für Schlüsselhabitate der zweite Fall günstiger einzuschätzen. Die Anteile verschiedener Eignungsklassen können über das SI-Klassen-Diagramm beurteilt werden (Abb. 3). Dabei werden Habitate mit Eignungsindizes über $SI = 0,6$ als gute Standorte interpretiert, Habitate mit SI-Werten zwischen 0,4 und 0,6 als noch nutzbare Habitate.

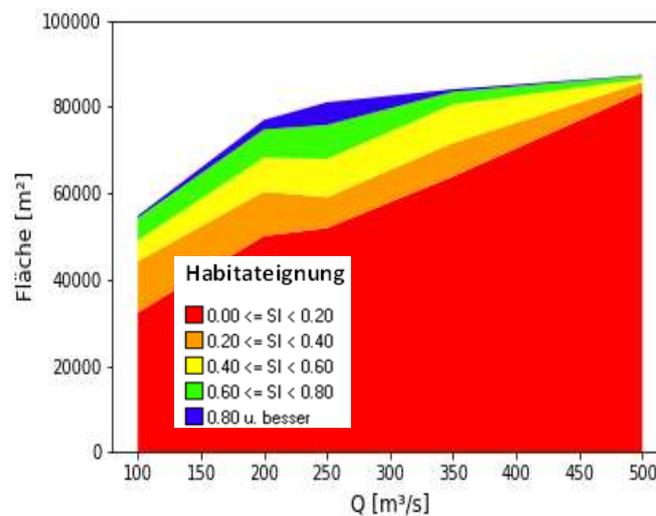


Abb. 3 Beispiel für ein SI-Klassen Diagramm, Anteile der Flächen mit unterschiedlichen Eignungsklassen in Abhängigkeit vom Abfluss, hier: Äsche-Laichhabitate auf der Kiesbank Staubing

2 Untersuchte Gewässerabschnitte

Der Donauabschnitt zwischen dem Kraftwerk Vohburg (Fkm 2444) und dem Abzweig des Rhein-Main-Donaukanals bei Kelheim (2411,5) ist ein letzter großer und in vieler Hinsicht noch naturnaher Donauabschnitt, der nicht massiv von Nutzungen geprägt ist.

Der Geschiebehaushalt ist durch Geschieberückhalt in den Zuflüssen (Iller, Lech) und durch das Wehr des Laufkraftwerks Vohburg (Fkm 2444) beeinflusst, dennoch ist die Gewässersohle des gesamten betrachteten Donauabschnittes immer noch durch eine locker gelagerte und tiefgründige Kiesohe geprägt.

Oberhalb der Weltenburger Enge war die Donau ursprünglich durch zahlreiche Aufspaltungen, Seitenarme und Inseln gekennzeichnet (Donauauen). Durch Begradigung, massiven Uferverbau und Eindeichung ist diese Vielfalt weitgehend verschwunden. Hochwasser können oft nur noch in einen kleinen Teil der ehemaligen Aue übergreifen. Der damit einhergehende Verlust von an den Fluss angebundene Flach- und Stillwasserbiotopen wirkt sich sehr negativ auf die Lebensmöglichkeiten von Stillwasserarten, Fischbrütlingen und Jungfischen aus. In den letzten Jahren sind solche Bereiche im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen teilweise wieder hergestellt oder aktiviert worden.

Die ehemals zahlreichen Kiesbänke und Kiesinseln sind heute stark reduziert. Kiesbänke werden inzwischen oftmals im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen wieder neu angelegt. Als (zeitweilige) Kiesinsel hat einzig die Kiesbank Staubing (Fkm 2421) bis heute überdauern können, wohl aufgrund ihrer Lage zwischen zwei Flussbiegungen und oberhalb einer ausgeprägten Flussenge.

Die Kiesbank Staubing liegt kurz oberhalb der Weltenburger Enge. Diese Enge mit ihren tiefen Fließrinnen, den steilen Ufern und starken Strömungen ist sehr naturnah erhalten. Der Schluchtbereich wurde lange Zeit als natürliche Barriere gegen eine Zuwanderung von Arten aus flussabliegenden Gewässerabschnitten angesehen.

Von Kelheim abwärts sind die Lebensbedingungen der Wassertiere durch den Schiffsverkehr deutlich verschlechtert und 9 km unterhalb Kelheim stellt das Laufkraftwerk Bad Abach (Fkm 2402) ein erstes Hindernis dar.

Der gesamte Donaubereich zwischen Wehr Vohburg und Weltenburger Enge hingegen ist für Wassertiere frei durchwanderbar. Er weist weitgehend einheitlich gute Lebensbedingungen auf und hat historisch wohl zahlreiche Kiesstrukturen geboten, die heute vor allem noch auf und an der Kiesbank Staubing zu finden sind, eingeschränkt auch an den zahlreichen (oft wiederhergestellten) Kiesbänken.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden 8 verschiedene Detailstrecken (s. Abb. 4) der Donau in Niederbayern näher untersucht. **Tab. 1** zeigt die in Fließrichtung aufgeführten Bezeichnungen für die einzelnen Strecken, wie sie in dieser Schrift folgend verwendet werden sowie die ungefähre Länge und Fläche der einzelnen Kiesbänke. Die einzelnen Abschnitte wurden aufgrund der dortigen Kiesflächen und deren Bedeutung für die flussabschnitt-typische Fischfauna ausgewählt (s. Kap 3.3.1).

Tab. 1 Untersuchte Detailstrecken

Nr.	Bezeichnung	ungefähre Lage [Flusskilometer]	Länge Kiesbank	Fläche Kiesbank
1	Dünzing	2440,5 km	375 m	4.950 m ²
2	Neustadt	2432,0 km	640 m	12.840 m ²
3	Irnsing	2430,1 km	540 m	12.270 m ²
4	Sittling	2429,0 km	635 m	18.960 m ²
5	Eining	2427,2 km	400 m	9.680 m ²
6	Staubing rechts	2421,5 km	560 m	9.130 m ²
7	Staubing links	2421,0 km	600 m	26.490 m ²
8	Kanuinsel	2418,5 km	345 m	6.600 m ²

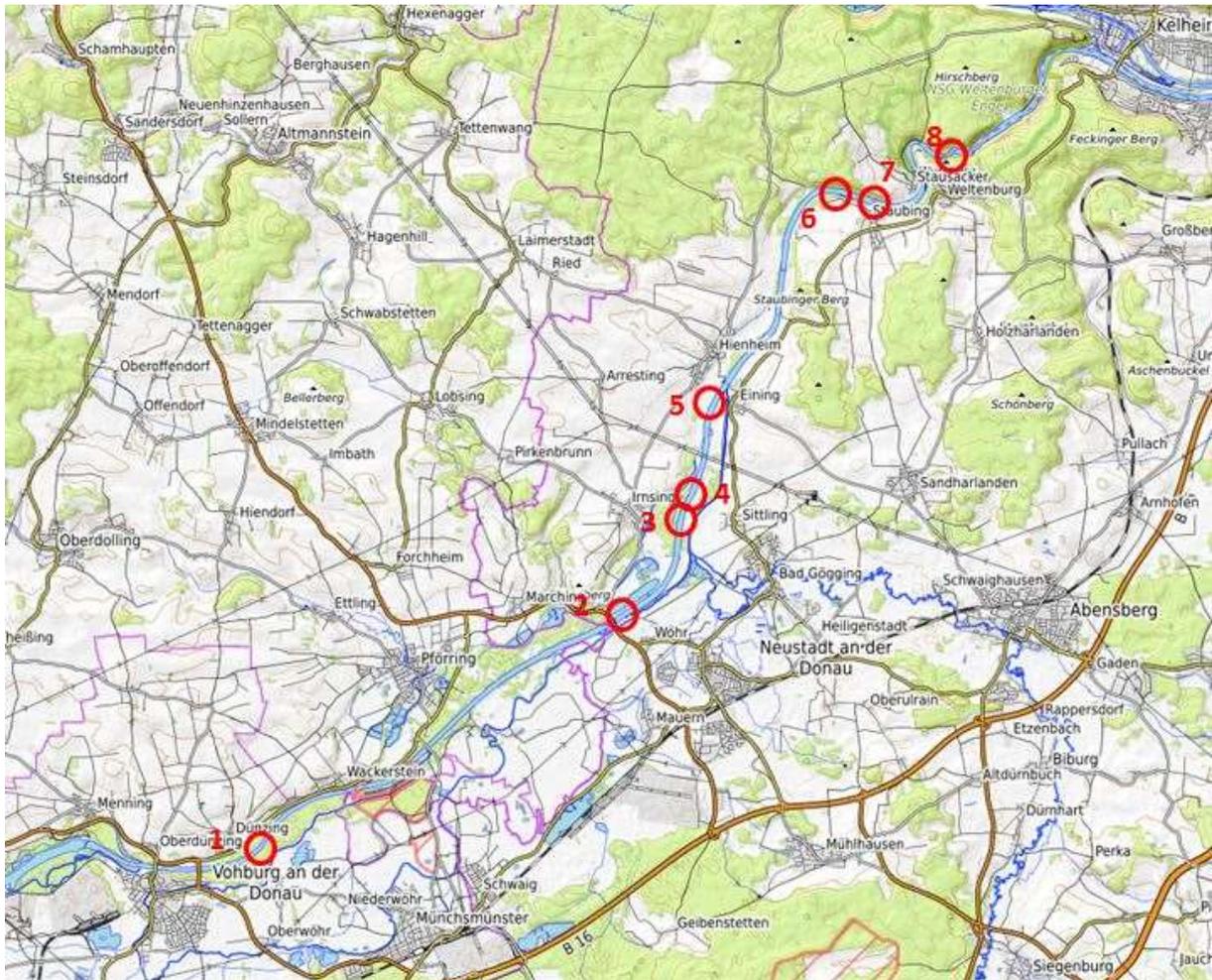


Abb. 4 Untersuchte Detailstrecken (rot) ; Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap](#) (CC-BY-SA)

3 Datengrundlage

3.1 Gelände- und Modelldaten

Als Grundlage für die hydrodynamisch numerische 2D Modellierung wurden die Modelle „2087-2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“ und „2221“ verwendet, die vom WWA Landshut zur Verfügung gestellt wurden. Für das Teilmodell „2087-2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“ wurde sowohl der Istzustand (IZ) sowie der Planzustand (PZ_neu) verwendet.

Neben den im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Vermessungen wurden Vermessungsdaten aus dem Jahr 2020 verwendet. Diese wurden im sog. HIPPO (Hydrographisches Importformat Profile Plus Objekte) Format geliefert und in den entsprechenden Modellbereichen mit integriert. Für nähere Informationen wird auf Kap. 0 verwiesen

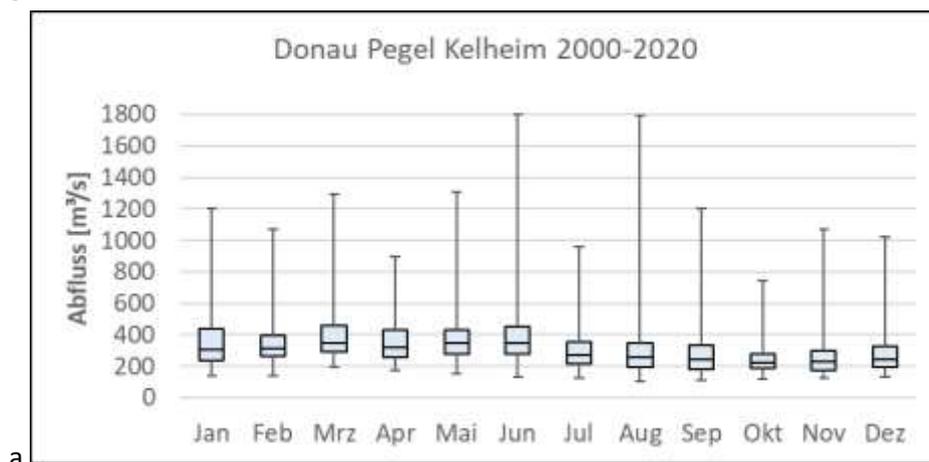
3.2 Hydrologie

Als Grundlage für die Analyse der vorherrschenden Hydrologie im Modellgebiet wurden Daten des Pegels in Kelheim verwendet. Zwischen der Kiesbank Staubing und dem Pegel Kelheim finden sich bis auf zwei kleine Auegewässer (bei Staubing: 4,9 km² und Weltenburg: 4,42 km²) keine Zuflüsse zur Donau und das flächige Einzugsgebiet ist im Schluchtbereich der Weltenburger Enge sehr begrenzt (10.52 km²). Der GKD Bayern (<https://www.gkd.bayern.de>) gibt für den Pegel Kelheim folgende Kenndaten an:

Einzugsgebiet:	23.031 km ²
Flusskilometer:	2.414,82 km
Pegelnullpunkt:	337,1 m
NQ:	85,2 m ³ /s
MQ:	331 m ³ /s
HQ ₁ :	1.050 m ³ /s
HQ ₁₀ :	1.600 m ³ /s
HQ ₁₀₀ :	2.200 m ³ /s

In Abb. 5 (o.) ist eine Auswertung der Tageswerte von 2000-2020 in Form von Boxplots dargestellt. Die horizontalen Markierungen jeder Box zeigen für jeden Monat den Minimalwert (unterer Whisker), das untere Quartil (Wert, der von 75% der Abflüsse überschritten wird), Medianwert, oberes Quartil (Wert, der von 75% der Abflüsse unterschritten wird) und den Maximalwert (oberer Whisker).

Abb. 6 zeigt die Ganglinien für ein Hochwasser (HW) armes Jahr 2014 und für ein HW reiches Jahr 2002 am Pegel Kelheim.



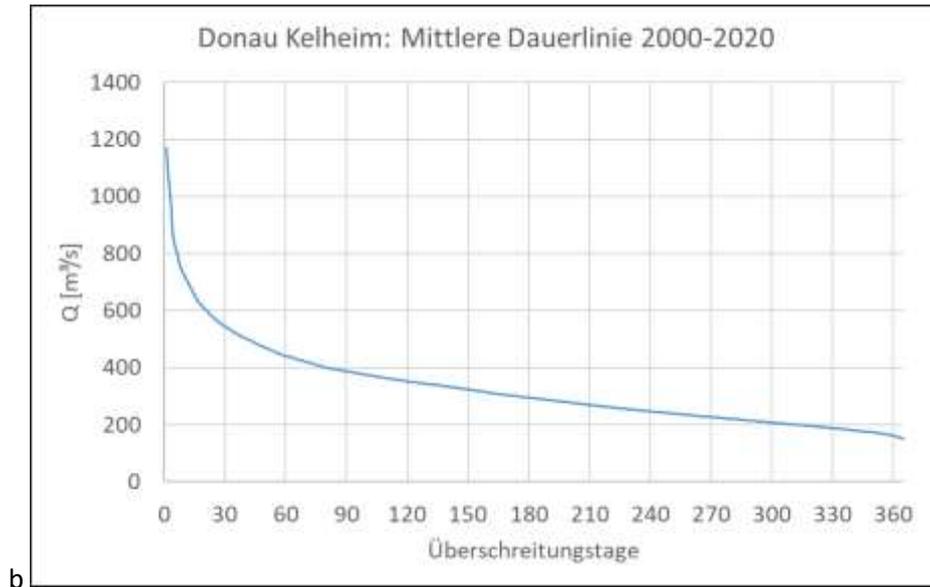


Abb. 5 Boxplot (a) der Tageswerte am Pegel Kelheim und mittlere Dauerlinie (b) für den Zeitraum 2000-2020

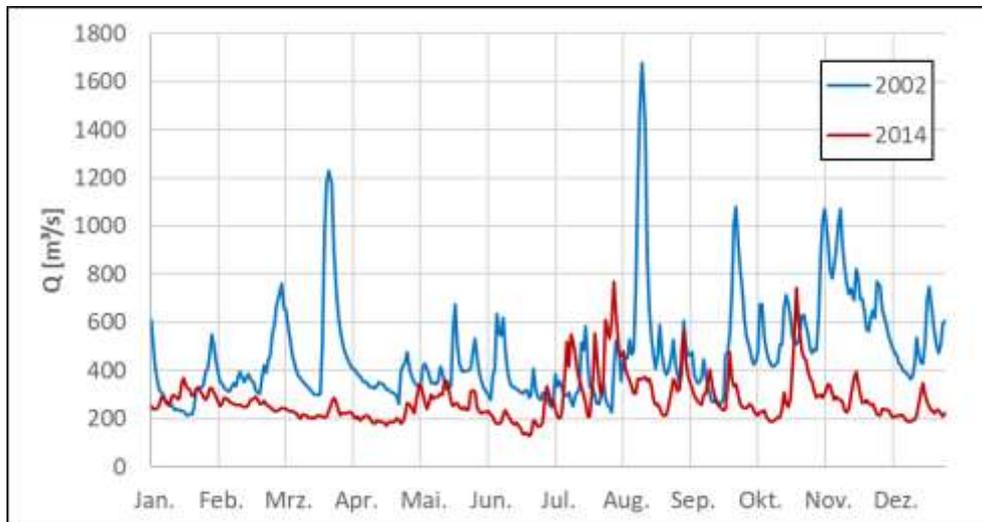


Abb. 6 Ganglinie am Pegel Kelheim für ein HW armes Jahr 2014 (rot) und ein HW reiches Jahr 2002 (blau)

Anhand der statistischen Daten und der hydrologischen Analyse wurde schließlich das zu modellierende Abflussspektrum dieser Studie festgelegt. In sind die festgelegten Modellabflüsse und eine entsprechende Beschreibung derer dargestellt.

Tab. 2 Modelliertes Abflussspektrum

Abfluss	Beschreibung
Q1 100 m ³ /s	Stellvertretend für einen sehr trockenen Sommer
Q2 200 m ³ /s	Stellvertretend für einen unterdurchschn. Sommer bzw. trockenes Frühjahr
Q3 250 m ³ /s	Stellvertretend für einen mittleren Sommer
Q4 350 m ³ /s	Stellvertretend für den mittleren Frühjahrsabfluss
Q5 500 m ³ /s	Nicht ausufernder größerer Abfluss
Q6 1050 m ³ /s	HQ ₁ zur Untersuchung Sedimentmobilität Staubinger Kiesbänke
Q7 1600 m ³ /s	HQ ₁₀ zur Untersuchung Sedimentmobilität Staubinger Kiesbänke
Q8 2200 m ³ /s	HQ ₁₀₀ zur Untersuchung Sedimentmobilität Staubinger Kiesbänke

3.3 Feldarbeiten

3.3.1 Auswahl der Untersuchungsstrecken

Zur Auswahl geeigneter Untersuchungsstrecken wurde zunächst versucht abzuklären, welche ökologischen Funktionen die Kiesbank Staubing zurzeit erfüllt bzw. welche Funktionen sie übernehmen kann. Hierzu wurden zunächst Luftbilder und Karten gesichtet und Rücksprache mit Fachleuten genommen. Besonders hilfreich waren dabei die Angaben der Flussmeisterstelle Neustadt (Herr Menacher). Bei mehreren Begehungen wurden die Bewertungen der Insel vor Ort überprüft.

Auch die zwischen dem Wehr Vohburg und Kelheim existierenden Kiesufer und Kiesbänke wurden zunächst anhand von Luftbildern lokalisiert und anschließend vor Ort in Augenschein genommen. Dies geschah im Rahmen einer mehrtägigen Begehung und einer durch die Flußmeisterstelle Neustadt (Herrn Menacher) organisierten Bootbefahrung der Strecke zwischen Neustadt und Weltenburger Enge in Begleitung von Dr. Stephan Paintner (Fachberatung für Fischerei Niederbayern).

Auf Grundlage der Luftbildauswertungen, der Einschätzungen von Fachleuten vor Ort und der Ergebnisse der Begehungen wurden 7 Kiesufer ausgewählt, die das Spektrum der möglichen Überschneidung der ökologischer Funktionen mit denen der Kiesbank Staubing verdeutlichen sollen. Meist handelte es sich dabei um ausgedehnte mehr oder weniger steil gegen das Flussbett abfallende Uferbänke.

Das Angebot an Kiesufern wird durch laufende und geplante Renaturierungsmaßnahmen beständig erweitert. Diese Kiesufer sind meist uferparallel ausgeformt mit gleichmäßigem Gefälle zur Strommitte aber keinem merklichen Gefälle mit oder gegen die Strömungsrichtung. Diese Kiesufer müssen meist regelmäßig regeneriert werden, um einen dauerhaften Bewuchs und Kolmation zu verhindern, aber auch um flächige oder Korngrößenabhängige selektive Erosion auszugleichen.

3.3.2 Vermessung, Kartierung, Substratproben

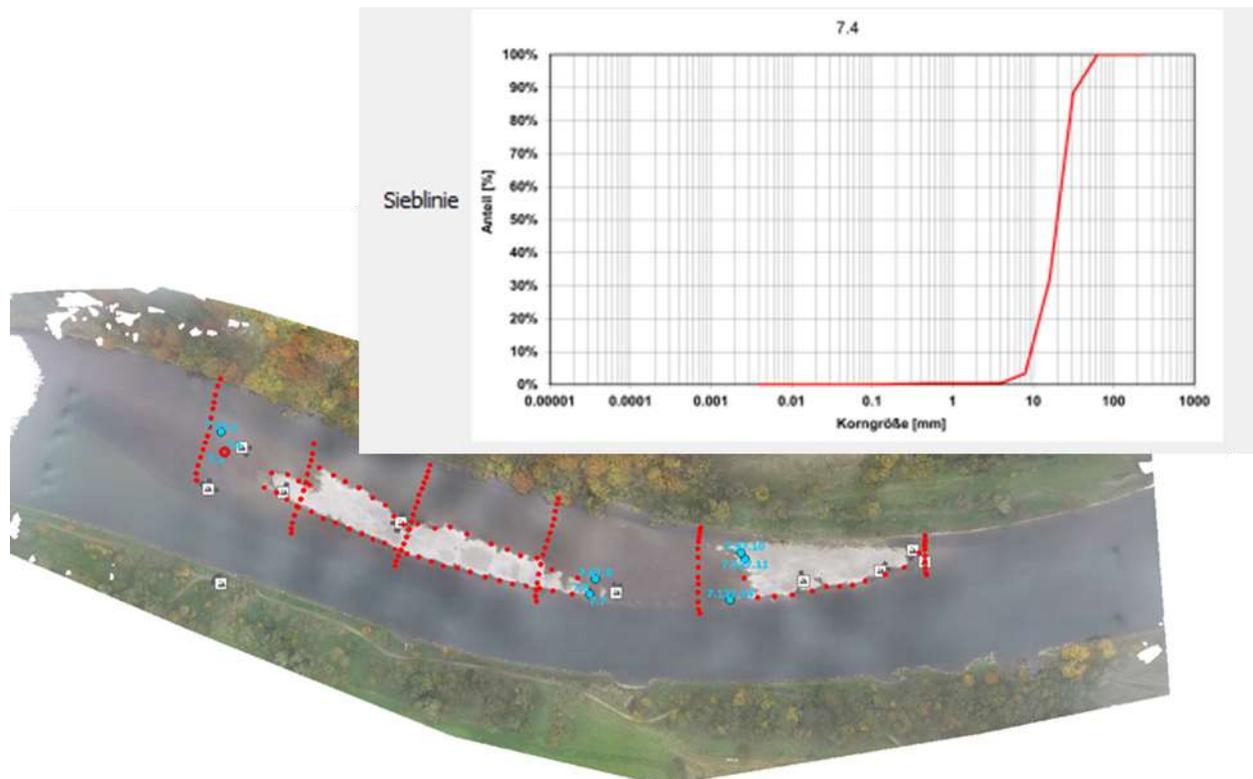


Abb. 7: US7 Staubing links: Durch die Drohnenbefliegung erfasster Bereich (Abdeckung Orthofoto), terrestrische aufgenommene Punkte (rote Punkte), Beprobung Sediment (hellblau) und Sieblinie für Probe 7.4

Am 26. und 27. Oktober 2021 fanden in den acht Untersuchungsstrecken Vermessungen und Beprobungen statt. Dabei wurden in jedem Abschnitt Sohlproben in verschiedenen Bodenhorizonten entnommen, terrestrische Vermessung von Bodenpunkten und Wasserspiegellagen, Kartierungen, Drohnenbefliegungen und photographische Aufnahmen durchgeführt. In Abb. 7 sind die durch die terrestrische Vermessung aufgenommenen Punkte, die Standorte der Sohlproben, eine daraus abgeleitete Sieblinie und der Standort einzelner photographischer Aufnahmen dargestellt. Zusätzlich wurden die Verteilung der vorliegenden Sohlsubstrate kartiert (s. Kap. 4.2).

3.4 DGM und Hydraulische Modellierung

Basis für die hydrodynamisch-numerische 2D Modellierung waren die vom AG gelieferten bereits bestehenden Modelle mit der Bezeichnung „Modell-2221_HQ100“ und „2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“.

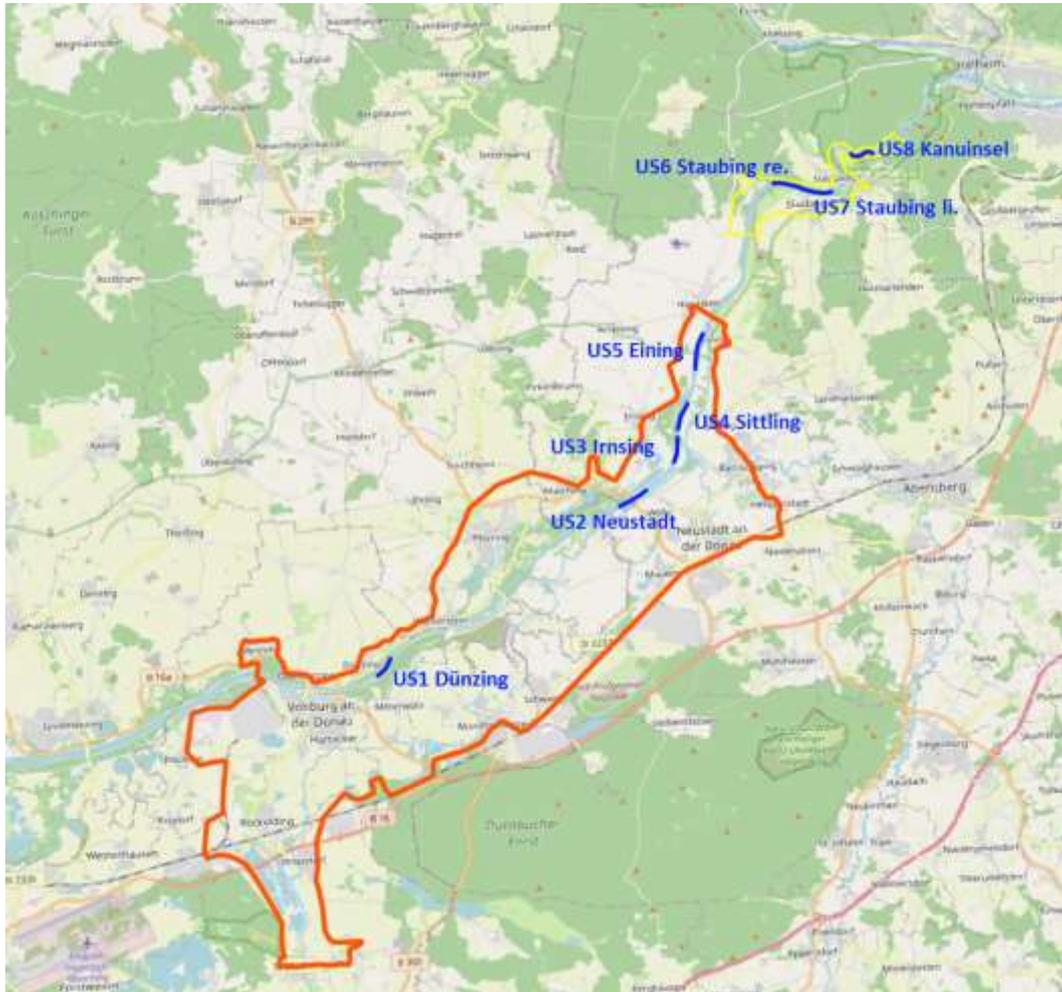


Abb. 8 Untersuchte Detailstrecken (blau) und Grenzen der verwendeten hydrodynamisch-numerischen Modelle (orange, gelb)

3.4.1 Aktualisierung des vorhandenen Hydraulikmodells

Für die Erstellung des Digitalen Geländemodells (DGM) im Bereich der Kiesbänke wurde neben der durch die terrestrische Vermessung aufgenommenen Punkte die SfM-(Structure from Motion) Methode (z.B. WESTOBY et al., 2012) verwendet.

SfM basiert auf dem Zusammenhang, dass aus den verschiedenen Perspektiven, die man von Gegenständen und der Umgebung hat, wenn man aus mindestens zwei Punkten Bilder erstellt, dreidimensionale Informationen abgeleitet werden können. Auf diese Weise sieht der Mensch räumlich, da die Augen Bilder von zwei Standorten aufnehmen. Der Vorgang kann durch Drohnenbilder und eine Bildauswertungssoftware nachgeahmt und damit aus fotografischen Aufnahmen dreidimensionale Modelle erstellt werden, die zunächst in Form von Punktwolken vorliegen (s. Abb. 9) und durch weitere Bearbeitung in ein Digitales Geländemodell (DGM) übergeführt werden.

Die Hauptvorteile der SfM-Methode bestehen darin, dass mit einem relativ geringen Vermessungsaufwand auch komplexe Geometrien in hoher Genauigkeit gemessen und in digitale Modelle überführt werden können. Im Zusammenhang mit Flusstopografien liegt das Potential darin, die

Auflösung, die Genauigkeit und die Aussagekraft von umweltbezogenen, numerischen Modellen deutlich zu erhöhen.

Um eine Georeferenzierung des im späteren Prozess entstehenden Kartenmaterials oder DGMs durchzuführen, werden Punkte auf dem Boden, sog. „Ground Control Points“ (GCP) platziert und mit Tachymeter oder GNSS eingemessen (s. Abb. 9).



Abb. 9 Räumliche Punktwolke US7 Staubing links mit Fixpunkten, jede Flagge repräsentiert einen Ground Control Point und GPS-Gerät mit ausgelegtem GCP

Mit Ausnahme von US6 Staubing rechts wurden auf diese Weise DGM erstellt und das Berechnungsnetz aktualisiert. In US6 konnte lediglich mit den terrestrisch aufgenommenen Sohlpunkten gearbeitet werden, da die Auswertung mit der SfM-Methode aufgrund von Abschattungen und unzureichender Bildqualität nicht mit der erwünschten Genauigkeit möglich war.

Nach Integration der aktualisierten Geometrie in die bestehenden Berechnungsnetze wurde im Rahmen der Kalibrierung festgestellt, dass vor allem im Teilmodell „Modell-2221“ die berechneten Wasserspiegellagen von den gemessenen abwichen. Die Abweichung konnte durch Anpassung der Modellrauheiten nicht auf ein plausibles Maß verringert werden. Die Schlussfolgerung war, dass die während der Messungen vorliegende Gewässergeometrie nicht ausreichend genau durch das zur Verfügung gestellte Strömungsmodell abgebildet wird. Aufgrund dessen wurde das vorliegende Modell mit Querprofilen aus neueren Messungen aktualisiert. Für weitere Informationen wird auf Kap. 3.4.3 verwiesen.

In Rücksprache mit dem AG wurde beschlossen, bereits vorliegende Vermessungsdaten (sog. HIPPO Datei) aus dem Jahr 2020 mit Querprofilen in das Berechnungsnetz zu integrieren (s. Abb. 10). Entsprechend wurden zunächst die Daten aus 2020 in das bestehende „Modell-2221“ eingearbeitet, um dann erneut die DGM aus der Vermessung im Rahmen dieser Untersuchung zu integrieren. In der HIPPO-Datei sind nicht nur die Sohlpunkte der Querprofile enthalten, sondern auch Böschungsober- und -unterkanten gekennzeichnet.

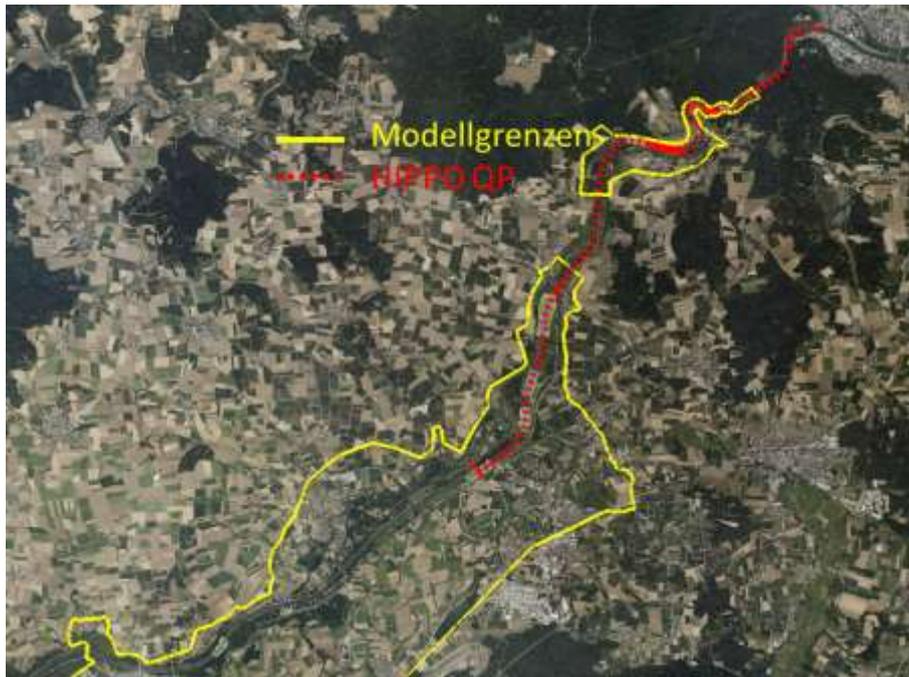


Abb. 10 Vermessungsdaten aus dem Jahr 2020 (rot) und Modellgrenzen der verwendeten Berechnungsnetze Mithilfe der Software „Flussschlauchgenerator“, welche als Erweiterung zu HYDRO_AS-2D von der Fa. Hydrotec (<https://www.hydrotec.de>) vertrieben wird, wurde das DGM des Flussschlauchs anhand der definierten Ober- und Unterkanten erstellt. Für nähere Informationen und zum Interpolationsalgorithmus wird auf Hydrotec (2020) verwiesen. Entsprechend wurde das Berechnungsnetz in den beiden Teilmodellen im von den HIPPO-Daten abgedeckten Bereich ersetzt. Die Änderungen beziehen sich jedoch lediglich auf den Flussschlauch bis zur definierten Böschungsoberkante. Im Vorland wurden keine Veränderungen des DGM vorgenommen.

Abb. 11 zeigt die finale Bathymetrie (Unterwassertopografie) des Berechnungsnetzes US7 Staubing links im Ausgangszustand (oben) und nach Integration der aktualisierten Daten (unten), Abb. 12 die Veränderung der Flusssohle nach Integration im Gesamtmodell 2221.

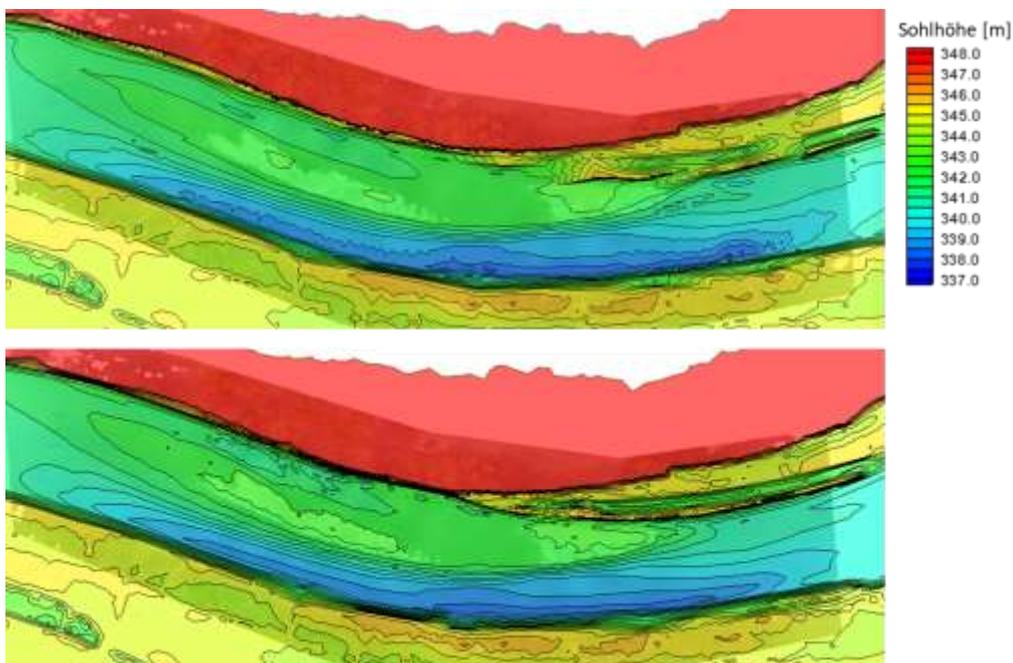


Abb. 11 Bathymetrie US7 Staubing 7 links Ursprungsmodell „2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“ (o.) und finale Bathymetrie (u.) nach Integration der HIPPO und SfM-Daten

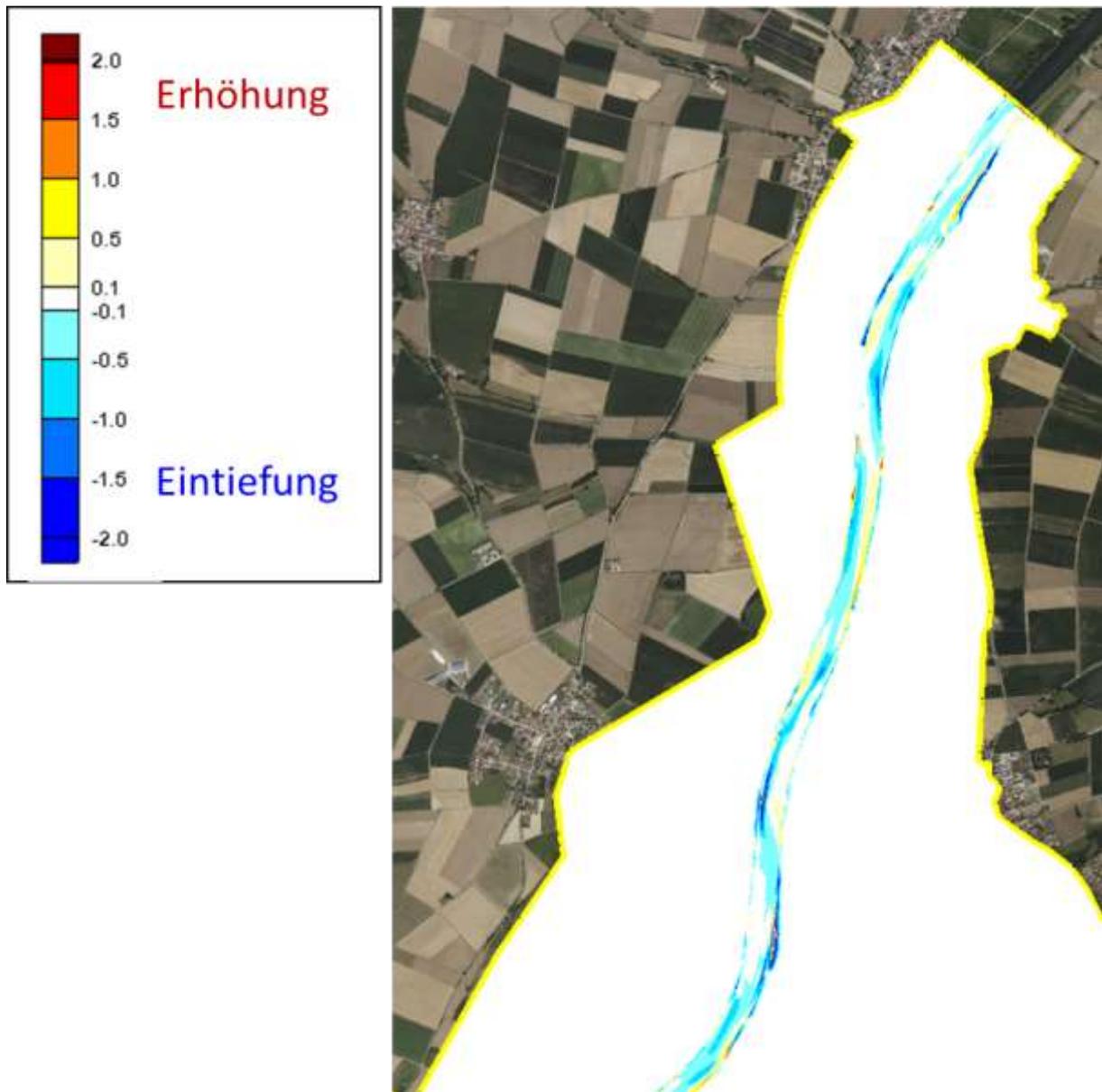


Abb. 12 Veränderung der Flusssohle nach Integration der HIPPO Daten in Modell 2221

3.4.2 2D-HN-Modellierung

Für die zweidimensionale hydrodynamisch-numerische Modellierung (2D-HN-Modellierung) wurde die Software HYDRO_AS-2D (Nujic, 2003) verwendet. Das Pre- und Postprocessing wurde mit der Software SMS (Surface Water Modeling System, Version 11.2) der Fa. Aquaveo (<https://www.aquaveo.com/>) durchgeführt.

Die auf Basis der DGMs aktualisierten und verfeinerten Berechnungsnetze bestehen für Teilmodell „Modell-2221“ aus 1.546.176 Knoten und 2.846.877 Elementen bzw. für Teilmodell „2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“ aus 178.900 Knoten und 333.063 Elementen. Da für das obere Teilmodell „Modell-2221“ lediglich Abflüsse bis 500 m³/s modelliert werden, wurde das Berechnungsnetz für die hydraulische Modellierung vom räumlichen Umfang verkleinert (s. Abb. 13).

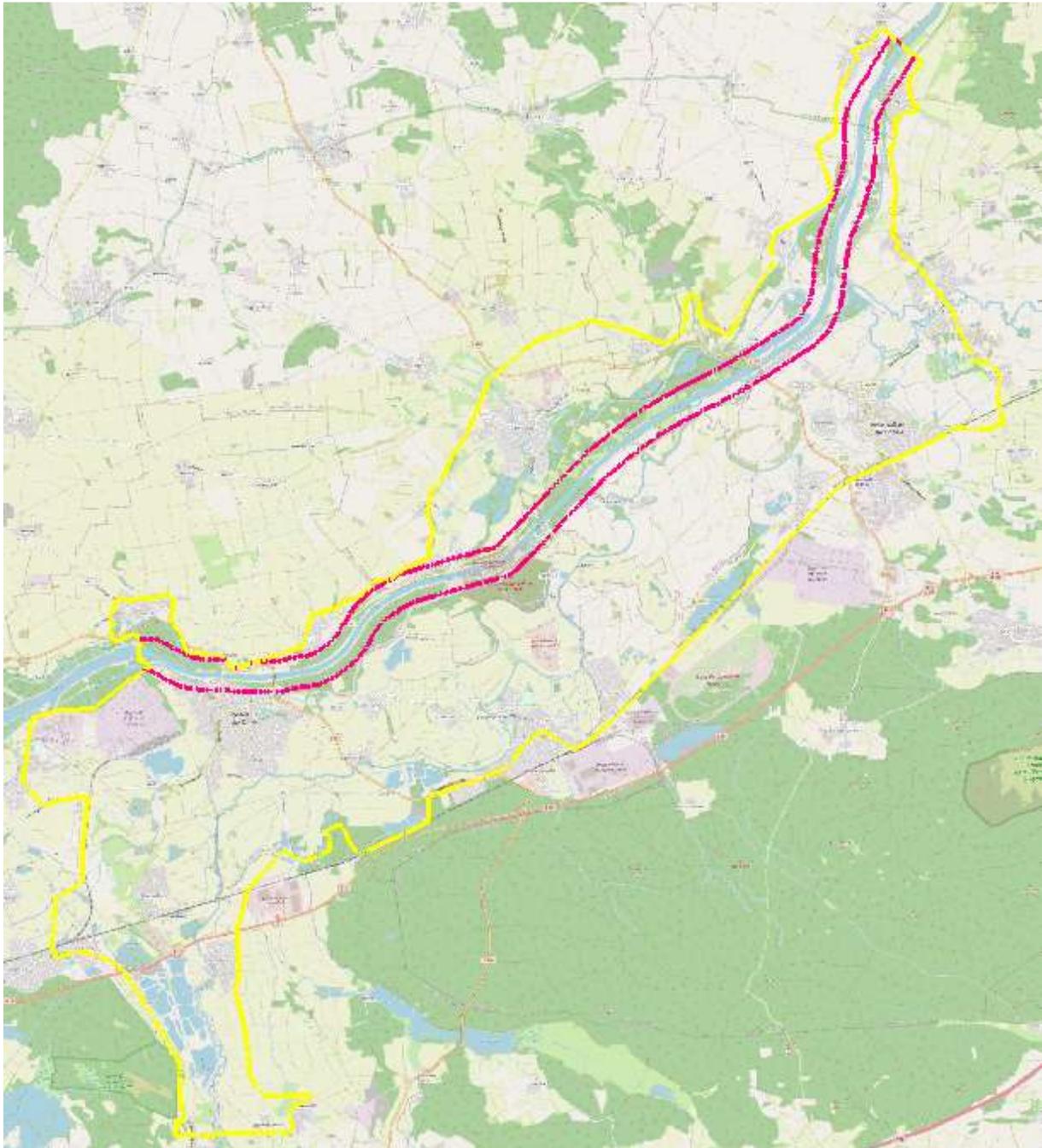


Abb. 13 Modellgrenze Berechnungsnetz „Modell-2221“ (gelb) und für die Berechnung verringerter räumlicher Umfang (rot)

3.4.3 Kalibrierung

Die beiden Modelle wurden anhand der gemessenen Wasserspiegellagen kalibriert. Abflussmessungen waren kein Bestand dieser Untersuchung. Entsprechend wurde auf Messungen des GKD Bayern an den Pegeln Neustadt an der Donau und Kelheim zurückgegriffen.

Nach Integration der aktualisierten Sohlhöhen konnte mit den im Modell „2D-Modell – für Bereich Staubing modifiziert“ bereits definierten Rauheiten eine sehr gute Übereinstimmung von Modell und Messung erreicht werden (Abb. 14).

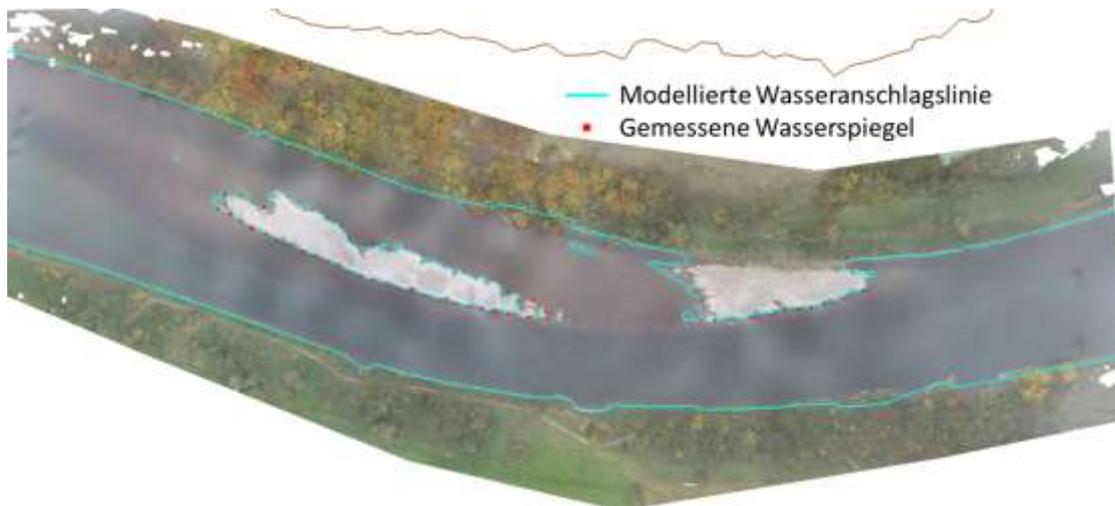


Abb. 14 Modellierte Wasseranschlagslinie (hellblau) und gemessene Wasserspiegel (rot) in US7 Staubing links

Wie bereits in Kap. 3.4.1 angedeutet liefern die zuvor definierten üblichen Rauheiten im Teilmodell „Modell-2221“ zu hohe Wasserspiegellagen. Vor Integration der HIPPO-Querprofile musste die Rauheit derart hoch angesetzt werden, dass durch den hydraulisch glatten Zustand die herrschenden Fließgeschwindigkeiten deutlich zu hoch waren. Nach Integration der Vermessungsdaten aus 2020 wurde die verwendete Rauheit im „Modell-2221“ tiefenabhängig nach dem Ansatz von Kopecki et al. (2017) mit einer Substratgröße von 1,5 cm angesetzt. Abb. 15 zeigt die Kalibrierung in US5 Eining.



Abb. 15 Modellierte Wasseranschlagslinie (hellblau) und gemessene Wasserspiegel (rot) in US5 Eining links

3.5 Auswahl der Fischarten und ihre Habitatansprüche

3.5.1 Zur Auswahl der modellierten Fischarten und Entwicklungsstadien

Die Auswahl der Fischarten und Entwicklungsstadien zur Modellierung orientierte sich an der WRRL-Referenz-Fischzönose des untersuchten Flussabschnittes. Von den Arten der Referenzzönose wurden Arten, bzw. Entwicklungsstadien ausgewählt, die auf Kiesstrukturen als Habitate angewiesen sind. Hier ist in erster Linie an Kieslaicher zu denken, aber auch an Arten, die kiesiges Substrat als Adultlebensraum besiedeln wie z.B. Barben oder Streber. Unter den Kieslaichern ist dabei nochmals zu differenzieren zwischen Arten, deren Eier sich in der oberen Kiesschicht entwickeln und anspruchsvollen Arten, deren Eier und Larven sich tiefer im Interstitial entwickeln. Zur Beurteilung von Kieslaichhabitaten muss zusätzlich berücksichtigt werden, ob sich in erreichbarer Entfernung geeignete Habitate für die geschlüpften Larven bzw. Brütlinge finden.

Die bei der Modellierung berücksichtigten Arten sollten:

- ein Kies- oder Sandsubstrat als Lebens- oder Laichhabitat nutzen, wobei sich die verschiedenen Habitate anhand der kartierten Parameter unterscheiden lassen sollten
- in der Referenzartenliste > 1% vertreten sein oder eine FFH-Art sein oder eine Rote Liste Art sein

Bei einigen der interessantesten kiesbewohnenden oder kieslaichenden Arten wie **Streber, Zingel, Frauenerfling, Schrätzer** und **Donau-Bachneunauge/Bachneunauge** besteht ein Mangel an guten Anspruchsdaten, bzw. auch eine Unsicherheit, ob diese Art im Gebiet überhaupt vorkommt. Die (Kies-) Habitatansprüche dieser Arten waren nicht ausreichend sicher zu beschreiben bzw. von anderen Habitaten abzugrenzen. Daher werden in der Endbewertung der Kieshabitats die guten Habitate der modellierten Arten benutzt, um zu beurteilen, ob hier auch Habitate für diese weniger bekannten Arten vorliegen könnten.

Tab. 3 Übersicht über die Habitatansprüche der modellierten Fischarten

graue Schrift: nicht modelliert da die Habitate durch andere Arten vertreten sind, nach den gewählten Schlüsselparametern nicht ausreichend abgrenzbar sind oder keine Kieshabitats sind

	Laichplatz	larval	juvenil 1 (< 12 cm)	adult (Nahrung)
Barbe <i>Barbus barbus</i>	sehr flache, schnellfließende Riffel d: 10-40 cm v (10üG): 20-60 cm/s Grobkies (1-3 cm), (2-25 cm)	flach geneigte Uferpartien mit geringer Strömung	ufernahes Flachwasser und Kiesbänke, mäßig strömend d: 15-60 cm v: 13-45 cm/s Sand-Feinkies	Rauschen und Kiesbänke d: 13-50 cm v: 13-60 cm/s Sand bis Steine
Äsche <i>Thymallus thymallus</i>	Laichplatz Kiesflächen, Kiesbänke d: (20)40-70(nicht begrenzt?) v: (10)20-40(70) cm/s MKi (GKi)	Brütling (1,5-2,1 cm) sehr flach, ruhig d: < 10 cm v. < 10 cm/s schlammig-sandig-kiesig	juvenil 2 (6-14 cm) sohlnah über Kiesbänken im Hauptfluss d: > 40 cm v: 10-60 cm/s Sa bis St	
Huchen <i>Hucho hucho</i>	Laichplatz rasch überströmte grobkörnige Kiesbänke d: (20)40-60(80) cm v: (20)40-70(90) cm/s (MKi)GKi-klSt(gSt)	juvenil bis 3 Monate flach (5-10 cm), langsam durchflossen, besonnt	juvenil (10-25 cm) struktur- deckungsreich <i>nicht abgrenzbar</i> d: < 120 cm v: 10-40 cm/s (Schlamm) Sa-GKi (St)	
Nase <i>Chondrostoma nasus</i>	Laichplatz kiesig-steinige überströmte Riffel d: 15-30 cm v: 70-120 cm/s kiesig 2,7-6,7 cm	larval (1-2 cm) sehr flach, ruhig d: < 10 cm v. < 10 cm/s schlammig-sandig-kiesig	juvenil (3-7 cm) flach, langsam strömend d: < 50 cm v: 10-40 cm/s kiesig, lokal schlammig	

Tab. 4 Referenz-Fischzönose des untersuchten Donauabschnittes

nach: Institut für Fischerei der Landesanstalt für Landwirtschaft

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ifi/dateien/kopie_von_fischfaunistische_referenzen-wrrl-mai2022.xlsx

Bearbeitungsstand: April 2022			RL-BY S2021	Natura 2000	
Gewässername:	Donau				
Grenzen:	zwischen Einmündung Iller und Naab				
Ref. Nr.:	1				
Fischgewässertyp gemäß OGewV:	EP				
Brachse, Blei	<i>Abramis brama</i>	4,0	*		Substratlaicher
Schneider	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	5,0	*		Kies/Sand
Ukelei, Laube	<i>Alburnus alburnus</i>	8,5	*		Kies/Sand
Zobel	<i>Ballerus sapa</i>	0,5	3		Steine/Kies
Schmerle	<i>Barbatula barbatula</i>	2,5	*		Substratlaicher
Barbe	<i>Barbus barbus</i>	9,0	*		Kieslaicher
Güster	<i>Blicca bjoerkna</i>	2,0	V		Pflanzen
Karausche	<i>Carassius carassius</i>	0,2	1		Pflanzen
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>	0,5	*		Pflanzen
Nase	<i>Chondrostoma nasus</i>	8,0	V		Kieslaicher: Interstitial
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>	0,1	D	FFH	Substratlaicher
Groppe, Mühlkoppe	<i>Cottus gobio</i>	1,0	*	FFH	Steine: Höhlen
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	2,0	V		Pflanzen
Hecht	<i>Esox lucius</i>	1,0	*		Pflanzen
Ukr. Bachneunauge	<i>Eudontomyzon vladykovi/mariae?</i>	0,1	3		Substratlaicher: Kies
Gründling	<i>Gobio gobio</i>	7,0	*		Substratlaicher: Kies
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>	1,5	*		Schnüre: Steine
Schrätzer	<i>Gymnocephalus schraetser</i>	0,5	2	FFH	Schnüre: Steine
Huchen	<i>Hucho hucho</i>	1,3	2	FFH	Kieslaicher: Interstitial
Bachneunauge	<i>Lampetra planeri</i>	0,1	3	FFH	Kies/Sand
Rapfen, Schied	<i>Leuciscus aspius</i>	0,1	*	FFH	Substratlaicher: Kies
Aland, Nerfling	<i>Leuciscus idus</i>	3,8	V		Kies/Sand
Hasel	<i>Leuciscus leuciscus</i>	6,0	*		Substratlaicher
Quappe, Rutte	<i>Lota lota</i>	1,0	*		Hartsubstrat
Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>	0,2	1	FFH	Pflanzen
Barsch, Flussbarsch	<i>Perca fluviatilis</i>	6,0	*		Schnüre: Festsustrat
Elritze	<i>Phoxinus phoxinus</i>	1,0	*		Substratlaicher: Kies
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>	0,5	*	FFH	Unionidae
Steingressling	<i>Romanogobio uranoscopus</i>	0,1	1		Steine/Kies
Weißflossengründling	<i>Romanogobio vladykovi=albipinnatus</i>	0,3	V	FFH	Kies/Sand
Rotauge, Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>	7,0	*		Substratlaicher
Frauennerfling	<i>Rutilus virgo</i>	1,1	3	FFH	Pflanzen/Steine
Bachforelle	<i>Salmo trutta</i>	0,9	*		Kieslaicher: Interstitial
Zander	<i>Sander lucioperca</i>	0,1	*		Steine+Wurzeln/Sand
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0,5	*		Pflanzen
Wels	<i>Silurus glanis</i>	0,5	*		Pflanzen
Döbel, Aitel	<i>Squalius cephalus</i>	8,0	*		Substratlaicher: Kies
Äsche	<i>Thymallus thymallus</i>	0,9	2		Kieslaicher: Interstitial
Schleie	<i>Tinca tinca</i>	0,5	*		Pflanzen
Zährte	<i>Vimba vimba</i>	4,9	V		Pflanzen/Steine/Sand
Streber	<i>Zingel streber</i>	0,9	2	FFH	Kieslaicher: Interstitial
Zingel	<i>Zingel zingel</i>	0,9	2	FFH	Kies/Sand
FRI		6,2			

FFH Natura-2000-Arten

* ungefährdet

2 stark gefährdet

RL-BY Rote Liste Bayern 2021

V Vorwarnliste

3 gefährdet

1

vom Aussterben bedroht

Daten unzureichend

3.5.2 Modellierete Habitatfunktionen

Modelliert wurden Habitatfunktionen, die mit Kiesstrukturen gekoppelt sind. Dies betrifft einmal Kiesflächen als **Nahrungshabitate für adulte oder juvenile Fische** (z.B. Barbe), Kiesstrukturen als **Lebensraum für frei schwimmende Fischlarven und Brütlinge** (z.B. Äschenlarven) vor allem aber Kiesflächen als **Laichhabitate für Kieslaicher**. Letzteres Habitat umfasst zusätzlich die Entwicklung der abgelegten Eier wie auch die Entwicklung der frisch geschlüpften Larven im Interstitial.

Untersucht wurden vor allem Habitattypen, die in der Laichzeit der relevanten Fischarten an/auf der Kiesbank vorhanden sind.

3.5.3 Berücksichtigte Habitat-Schlüsselparameter

Die Habitatansprüche der gewählten Fischarten wurden definiert hinsichtlich der Habitatparameter

- Wassertiefe
- Mittlere Fließgeschwindigkeit über die Wassersäule
- dominierendes Sohlsubstrat

Jede Fischart benötigt je nach Entwicklungsstadium und Körpergröße unterschiedliche **Wassertiefen** als Nahrungs-, Ruhe- oder Schutzbereiche. Oftmals werden sogar nach Tageszeit und Situation unterschiedliche Wassertiefen bevorzugt, z.B. tagsüber tiefe Stellen (Schutz und Ruhe), nachts flache Bereiche (Nahrungssuche). Während große Fische eher an tiefen Stellen Schutz- und Ruhebereiche aufsuchen, sind kleine/junge Fische oft auf Flachwasserbereiche angewiesen, in denen sie vor der Prädation durch größere, fischfressende Arten sicher sind.

Die Fließgeschwindigkeit wird als über die Wassersäule **gemittelte Fließgeschwindigkeit** berücksichtigt. Bodenorientierte Fische (z.B. Barben) sind in der Regel kleineren tatsächlichen Fließgeschwindigkeiten ausgesetzt als die tiefengemittelte Fließgeschwindigkeit angibt. Hier beeinflussen vor allem die Gewässertiefe, die Rauheit der Sohle und die Ufernähe die Habitatansprüche hinsichtlich der tiefengemittelten Fließgeschwindigkeit. Diese Aspekte werden in den Regeln für die Definition der Habitatansprüche und der Interpretation der Simulationsergebnisse berücksichtigt

Das **Sohlsubstrat** ist vor allem als Laichsubstrat relevant, aber auch in seiner Funktion als Unterstand/Deckungsstruktur oder durch seinen Einfluss auf die Fließgeschwindigkeit. Nicht zuletzt beherbergt das Substrat oftmals die benthische Nahrung oder bietet Aufwuchsfläche für Nahrungspflanzen. In diesen Funktionen beeinflusst es die Habitatanspruchsregeln je nach Fischart und Entwicklungsstadium.

Kartiert und in die Modellierung eingegangen ist die optisch dominierende Korngröße der Deckschicht. Das Vorkommen eines ungeeigneten "dominierenden Substrats" bedeutet nicht unbedingt, dass die entsprechende Habitatfunktion nicht erfüllt werden kann. Hier ist wesentlich, wie die subdominanten oder gar seltene Substrat verteilt und gelagert sind (Sortierung).

An allen berücksichtigten Kiesbänken wurde neben dem dominanten Deckschicht zusätzlich Kornverteilungskurven der Deckschicht und der Unterschicht analysiert. Diese Analysen gingen nicht in die Modellierung direkt ein, wurden allerdings beim Vergleich der Habitateignungen der unterschiedlichen Kiesstrukturen berücksichtigt.

3.5.4 Zusätzlich betrachtete Habitatparameter

Die optimale **Korngrößenverteilung** ist von der betreffenden Fischart und Fischgröße abhängig. Hohe Anteile groben Materials können die Kiesbankmorphologie stabilisieren und sohlnahe Aufenthaltsbereiche sichern aber auch eine notwendige Umlagerung des Substrats verhindern oder den Laichfischen die Anlage von Laichgruben erschweren. Ein hoher Anteil **zu feinen Materials** führt zur **Kolmatierung** (Verdichtung, Verbackung) des Substrats, zur Reduktion der Durchströmung des Substrates (Sauerstoffversorgung, Auswaschen von Exkreten) und zur Störung der Durchgängigkeit des Lückenraums für geschlüpfte Fischlarven.

Die **relative Lage** der einzelnen Habitattypen bestimmt oft deren Nutzbarkeit. So können schwimm-schwache Larven, die das Substrat verlassen und passiv verdriften, nur Areale besiedeln, an die sie durch die Strömung angetrieben werden. Auch müssen für Laichfische neben den eigentlichen Laichflächen oft ausgedehnte Ruheareale vorhanden sein, in denen sich die Fische sammeln können.

Form und Morphologie der Kiesstruktur bestimmen oft wesentlich deren Habitatqualität. So benötigen große Laichschwärme ausreichend große Laichflächen zum Ablachen, Die schwimm-schwachen Larven können mit der Drift schmale, langgestreckte Uferhabitats erreichen, wohingegen viele kleine vereinzelte Habitate leicht verfehlt werden. Schließlich bestimmen Sohlgefälle und Geländeschwellen neben der Vielfalt der Ausprägung der einzelnen Schlüsselparameter auch die Durchströmung des Interstitials, die wesentlich die Entwicklung der Gelege bestimmt.

All diese Parameter gehen nicht direkt in die Habitatmodellierung ein, werden aber bei der abschließenden Habitatbewertung berücksichtigt.

4 Ergebnisse

4.1 Sedimentproben

In jeder der 8 untersuchten Donaustrecken wurden Sedimentproben in verschiedenen Bodenhorizonten (Deckschicht und Unterschicht) vom Kooperationspartner I AM HYDRO GmbH entnommen und im Labor des Instituts für Wasser- und Umweltsystemmodellierung der Universität Stuttgart analysiert. In Abb. 16 sind die mittleren Korndurchmesser d_m der Sohlproben dargestellt. Die führende Zahl der Probenbezeichnung kennzeichnet die jeweilige Untersuchungsstrecke, in welcher die Probe entnommen wurde. Die genauen Positionen der entnommenen Proben sind aus einem dem Bericht beigefügten Geoinformationssystem (s. Abb. 19 und Kap. 7.8) ersichtlich.

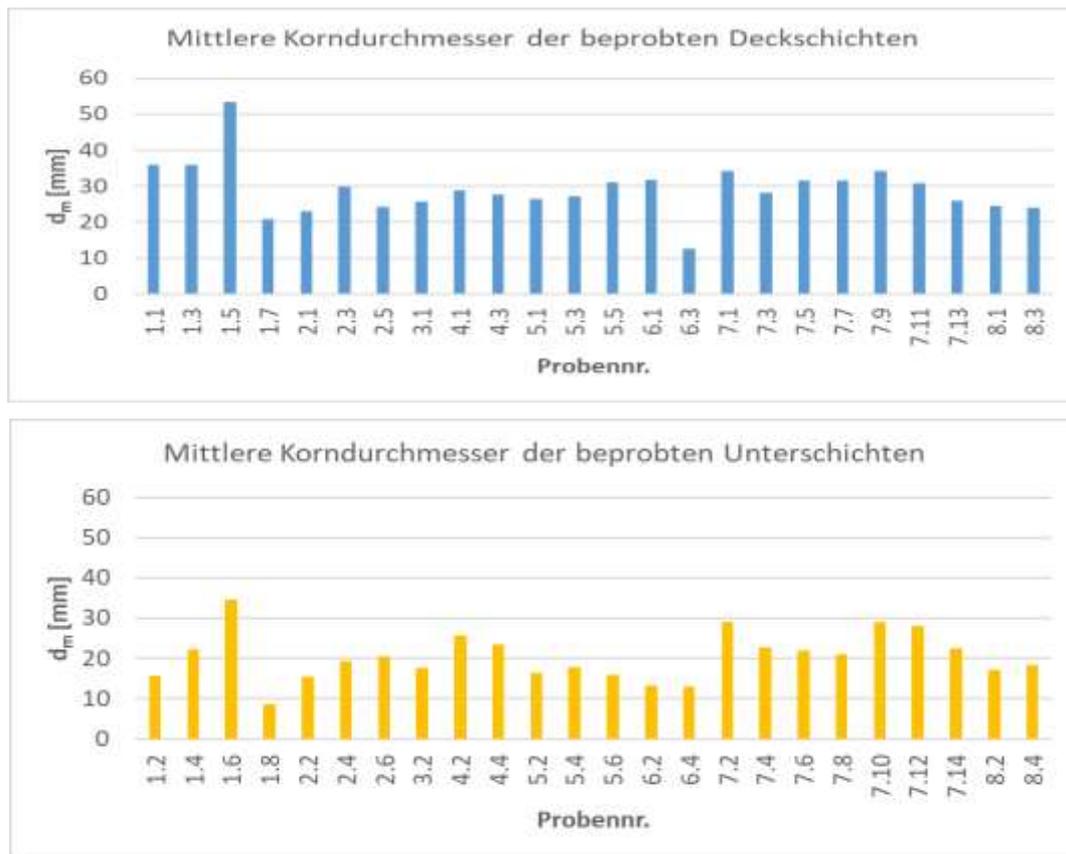


Abb. 16 Mittlere Korndurchmesser der Sohlproben in der Deck- (oben) und Unterschicht (unten)

Es fällt auf, dass die Kiesproben in der Untersuchungsstrecke 1 bei Dünzing in der Deckschicht mit Werten zwischen ca. 36 und 52 mm deutlich größere mittlere Korngrößen aufweisen als die anderen Kiesproben, die zwischen Werten von 12 und 34 mm liegen.

Bei Betrachtung der Deckschichtproben, die im Übergang zur Hauptrinne genommen wurden (Proben 1.1., 2.5, 3.1, 4.3, 5.3, 6.3, 7.7, 8.1), fällt außerdem auf, dass das Verhältnis der mittleren Korngröße in der Deckschicht zur mittleren Korngröße in der Unterschicht in Strecke 1 bei Dünzing deutlich größer ist als in den weiter unten liegenden Strecken 2 bis 8.

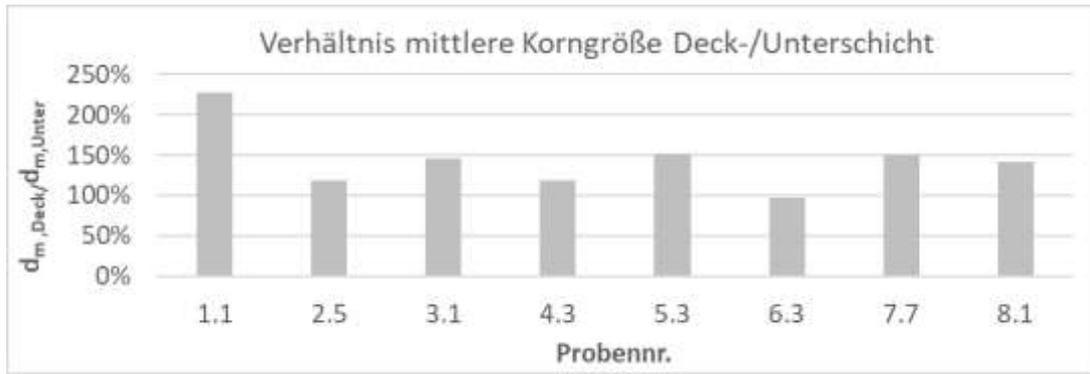


Abb. 17 Verhältnis d_m Deck- zu Unterschicht, Kiesproben am Übergang zur Tiefrinne

Die Anzahl der Proben ist nicht ausreichend, um gesicherte Aussagen für den gesamten Donauabschnitt zwischen Vohburg und der Weltenburger Enge zu treffen, aber die Deckschicht im obersten Teil des betrachteten Donauabschnitts unterhalb der Stauhaltung Vohburg scheint sich vergrößert zu haben. Dies ist vermutlich darin begründet, dass in diesem Abschnitt geringere Kiesgrößen bei Hochwasser ausgeräumt werden und die Kieszufuhr von oberstrom verringert oder unterbunden ist. An den weiter unterhalb liegenden Kiesbänken ist dieser Vorgang durch Kiesnachschub aus der freifließenden Donau oberhalb und etwaigen Kieseinträgen aus der Aue evtl. verzögert. Es besteht allerdings mittelfristig ebenfalls die Gefahr einer Deckschichtvergrößerung.

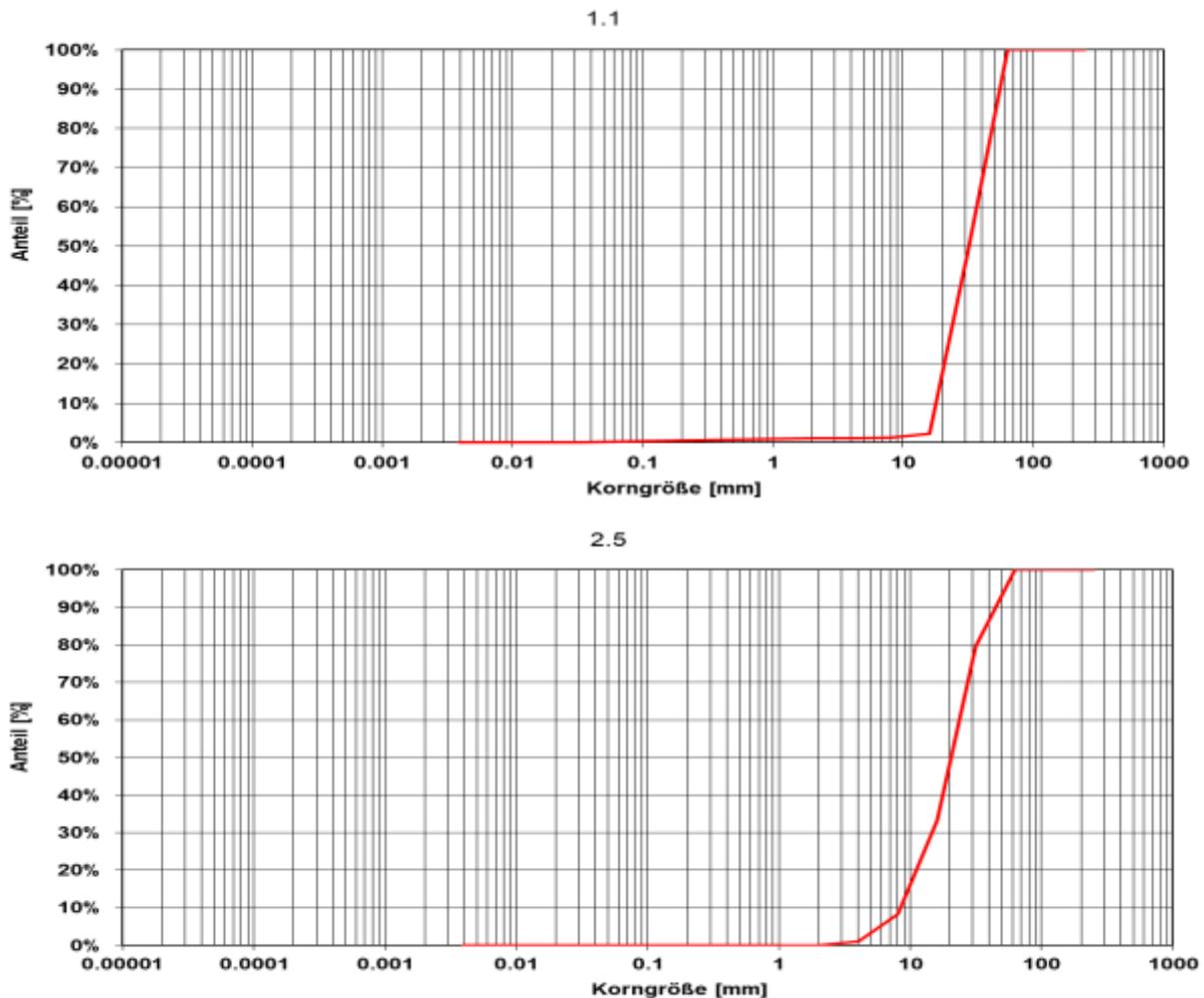


Abb. 18 Kornverteilungskurve der rinnennahen Probe in Strecke 1 Dünzing (o.) und Strecke 2 Neustadt (u.)



Abb. 19 GIS mit Lage der Kiesproben und Begehungsfotos

Die Auswertung für die einzelnen Sedimentproben finden sich in Form von Tabellen und Sieblinien im Anhang 7.2.

4.2 Substratkartierungen

Mithilfe der anhand der Drohnenbefliegung erstellten Orthofotos wurden in allen acht Untersuchungsstrecken die Substratdeckschichten mit den in CASiMiR standardmäßig verwendeten Substratkategorien kartiert. Abb. 20 zeigt die Verteilung der Sohlsubstrate in US7 Staubing links. Im Gesamtflussschlauch der Donau dominiert Grobkies mit einer Größe von 2 – 6 cm. Am Ufer finden sich als Befestigung z.T. große Steine und Blöcke. Kleinere Flächen sind auch mit schluffig-tonig-lehmigem Material und Mittelkies bedeckt.

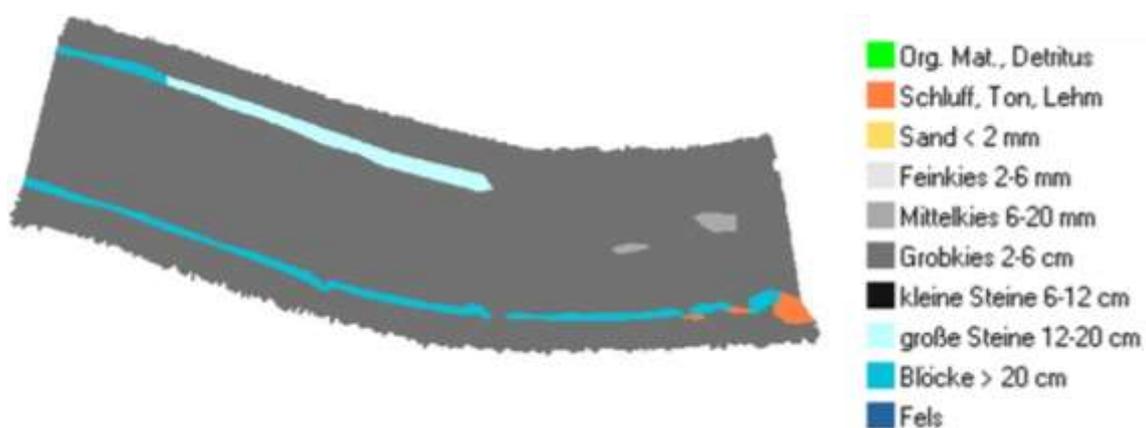


Abb. 20 Kartierte Sohlsubstrate in US7 Staubing links

Die Substratkarten der weiteren Untersuchungsabschnitte sind im Anhang 7.2 zu finden.

4.3 Hydraulik und Dynamik der Kiesbank Staubing US7

4.3.1 Wassertiefen

In Abb. 21 sind die Wassertiefen für die fünf untersuchten Abflüsse in US7 Staubing links dargestellt. Bei $100 \text{ m}^3/\text{s}$ liegt die Kiesbank Staubing komplett trocken und ist über das trockengefallene Ufergerinne mit dem linken Ufer verbunden. Bis $200 \text{ m}^3/\text{s}$ wird die Kiesbank noch nicht vollständig überströmt. Eine volle Überströmung findet erst zwischen $250 \text{ m}^3/\text{s}$ und $350 \text{ m}^3/\text{s}$ statt.

Die berechneten Wassertiefen in den anderen Untersuchungsstrecken sind im Anhang 7.4 beigefügt.

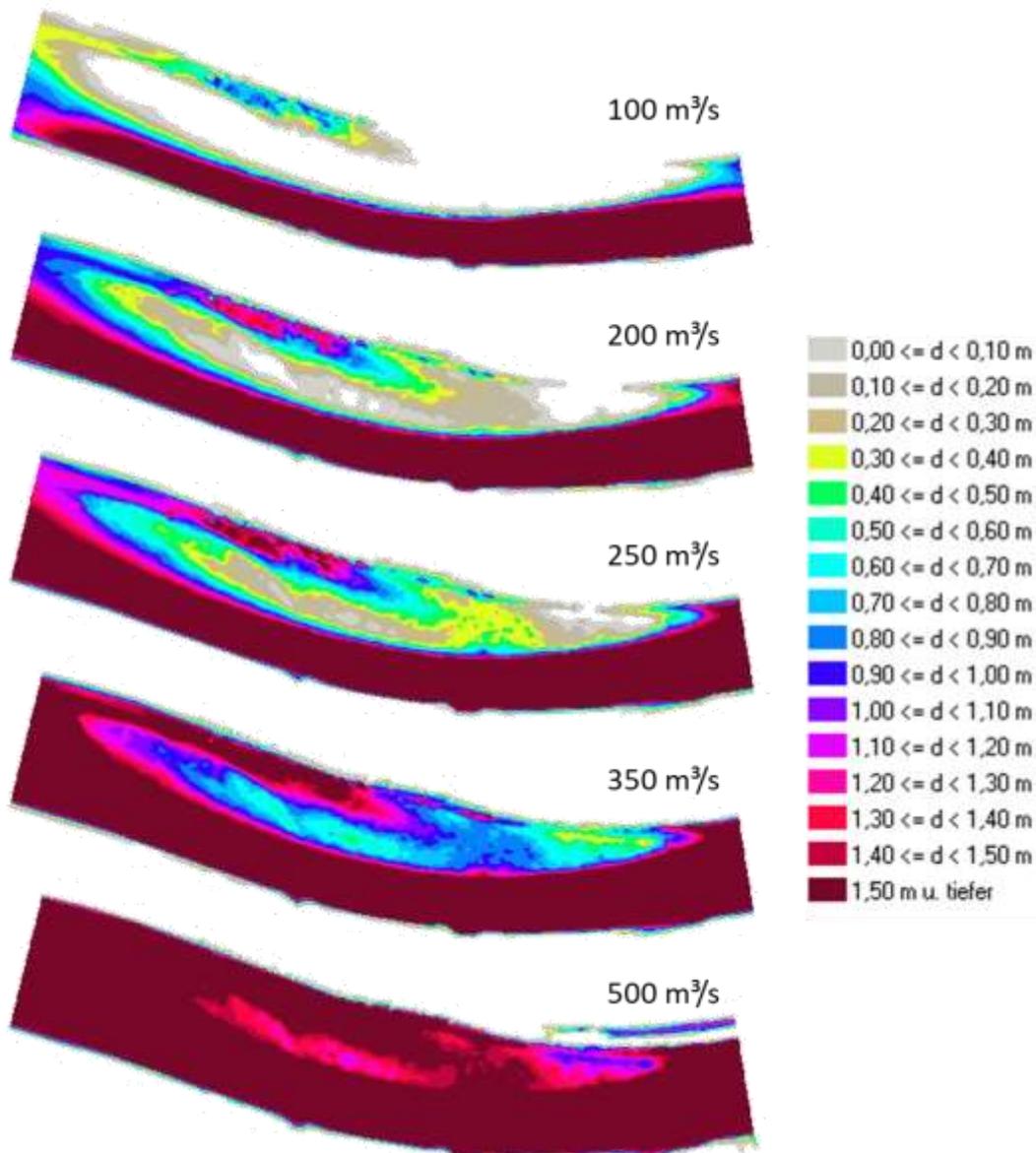


Abb. 21 Wassertiefen bei verschiedenen Abflüssen an der Kiesbank US7 Staubing links

4.3.2 Fließgeschwindigkeiten

Abb. 22 zeigt die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten für fünf verschiedene Abflüsse in US7 Staubing links. Die tiefengemittelten Fließgeschwindigkeiten in den übrigen Detailstrecken sind im Anhang 7.4 dargestellt.

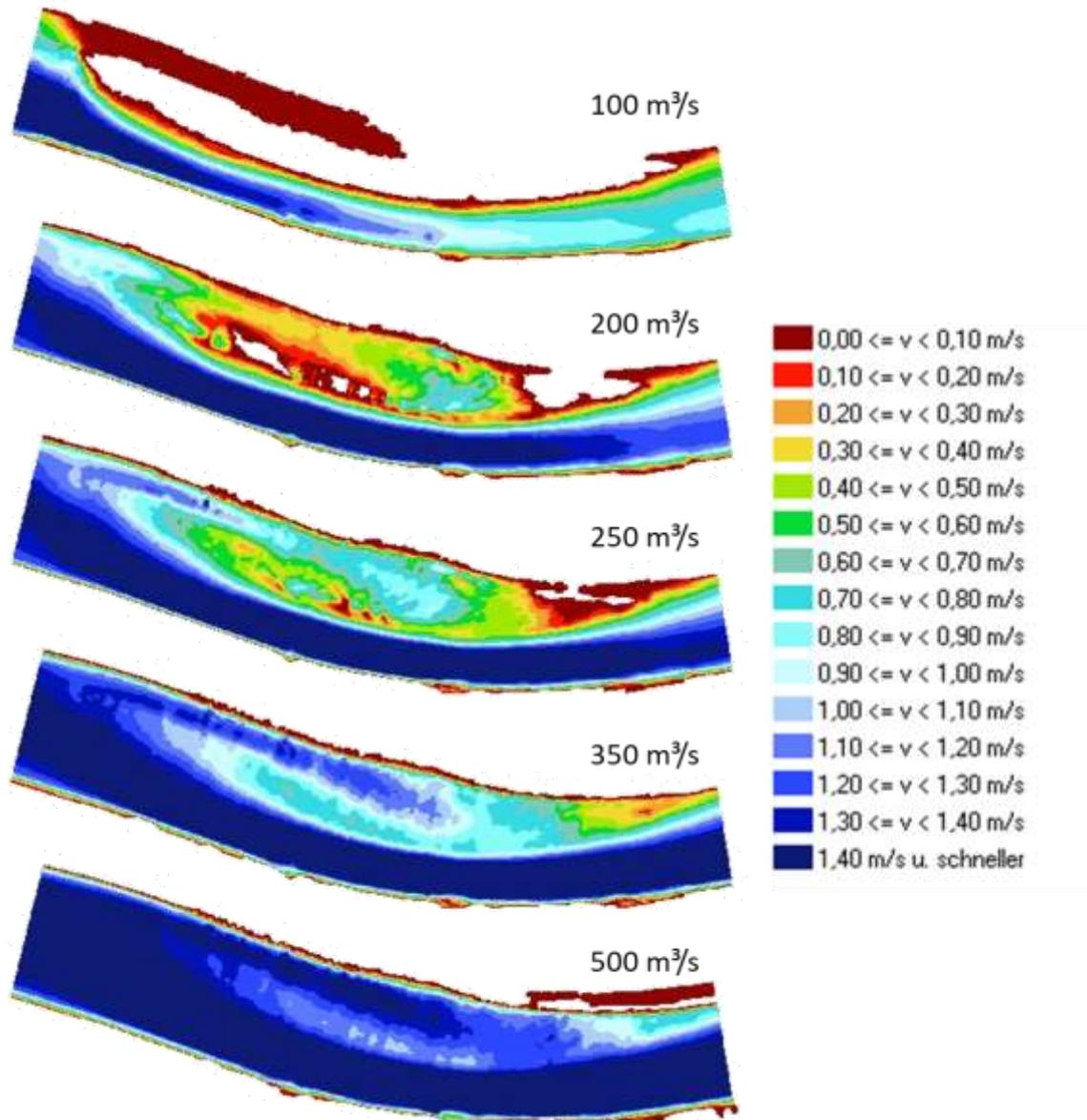


Abb. 22 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten bei verschiedenen Abflüssen an der Kiesbank US7 Staubing links

Abb. 23 zeigt die Strömungsgeschwindigkeit (Farben) und die Strömungsrichtung (Pfeile) bei einer nahezu vollständigen Überströmung der Kiesbank. Gut erkennbar sind die Strömungen, die von der höher gelegenen Kiesbank quer zur Flußrichtung auf das tiefere Niveau des Stromstrichs abfallen.

4.3.3 Sohlschubspannung und bewegte Korngrößen

Ziel dieser Studie ist die hydraulischen Auswirkungen des geplanten Hochwasserschutzdamms auf die Staubinger Kiesbänke genauer zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden drei Hochwasserabflüsse (HQ1, HQ10 und HQ100) im aktualisierten Berechnungsnetz hydrodynamisch-numerisch simuliert.

Aus den stationären Ergebnissen wurden Sohlschubspannungen und daraus abgeleitet die bewegten Korngrößen für das jeweilige Hochwasserereignis berechnet.

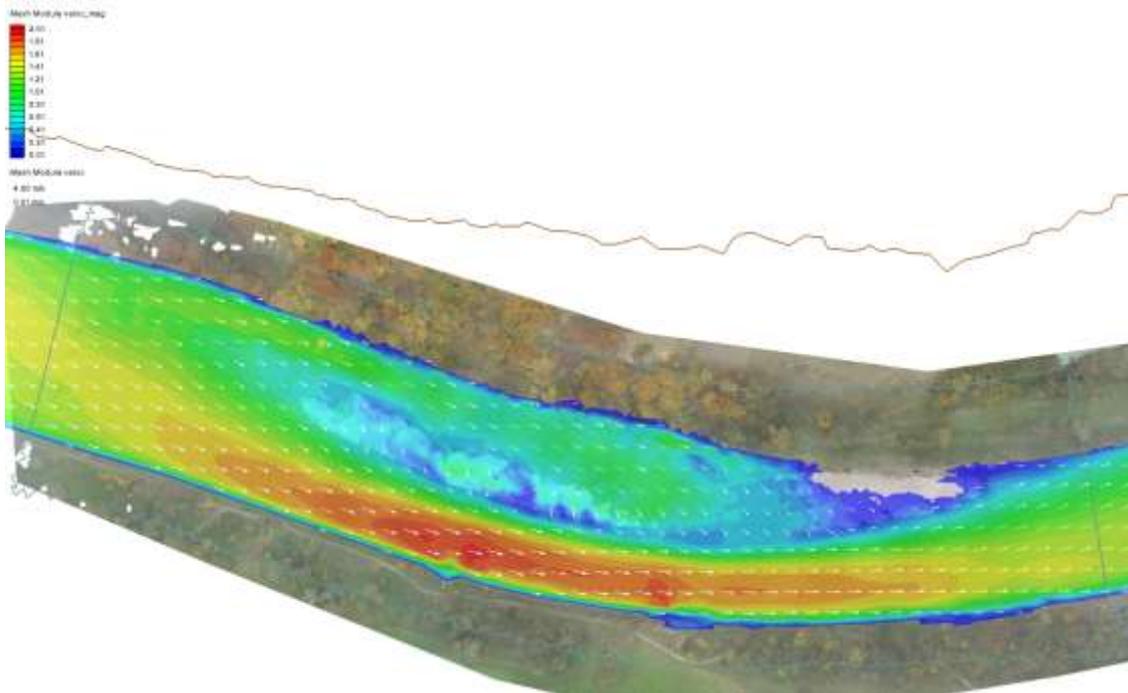


Abb. 23 Strömungsvektoren bei einem Abfluss von 250 m³/s im Bereich der Kiesbank US7 Staubing links

4.3.3.1 Verwendeter Ansatz

Die von HYDRO_AS-2D berechneten Sohlschubspannungen sind stark von den definierten Rauheiten abhängig. Aus diesem Grund wurde, im Gegensatz zu den Berechnungen in einer Vorgängerstudie (Kohane 2020), im Rahmen dieser Untersuchung die Sohlschubspannung nach dem Ansatz von Kopecki (2008) in Gleichung 1 berechnet. Der mittlere Korndurchmesser d_m wurde im Rahmen der Untersuchungen, gemäß der Beprobungen (s. Kap. 4.1), auf 3 cm festgelegt.

$$\tau_0 = \rho_w * \left[\frac{v}{\sqrt{1 - \frac{2d_m}{h} * \left(\frac{1}{\kappa} \ln \frac{0.4h}{2d_m} + 8.48 \right)}} \right]^2 \quad (\text{Gl. 1})$$

mit:

τ_0 :	Sohlschubspannung	ρ_w :	Dichte von Wasser
v :	mittlere Fließgeschwindigkeit	h :	Wassertiefe
κ :	von Kármán Konstante		

Um die größten mobilisierten Korndurchmesser zu berechnen, wurde die Shields-Gleichung (Gl. 2) verwendet. Der dafür kritische Shields-Parameter θ wurde auf 0,04 festgelegt. Damit wird eine Kornbewegung bei geringerer Sohlbelastung angenommen als bei einem Wert von 0,05. Da im vorliegenden Fall die Kornbewegung den „ungünstigeren“ Fall bedeutet, liegt diese Annahme auf der „sicheren“ Seite, das heißt der Bewegungsbeginn wird eher über- als unterschätzt.

$$\theta = \frac{\tau_0}{(\rho_s - \rho_w) * g * d_{ch}} \quad (\text{Gl. 2})$$

mit:

θ :	Shields-Parameter	ρ_s :	Dichte Gestein
g :	Erdbeschleunigung	d_{ch} :	charakteristischer Korndurchmesser

Die für einen Abfluss größten bewegten Korngrößen wurden für die Untersuchungsstrecken um Staubing für HQ1 (1050 m³/s), HQ10 (1600 m³/s) und HQ100 (2200 m³/s) anhand Gl. 2 berechnet.

4.3.3.2 Bewegungsbeginn HQ1

Die Ergebnisse für die hydraulische Belastung bzw. für den Bewegungsbeginn sind in Form von Karten dargestellt. Die entsprechenden Flächen kennzeichnen jeweils die größte Korngröße, die unter Annahme des verwendeten Ansatzes mobilisiert wird.

Abb. 24 zeigt die mobilisierten Korngrößen mit den verwendeten Annahmen für HQ1 im Status Quo (oben) und mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm (unten). Die punktuell am Übergang von trockener zu benetzter Fläche auftretenden großen Korngrößen (dunkelrot) sind ein Artefakt, aufgrund der sehr geringen Werte für Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit und zu vernachlässigen.

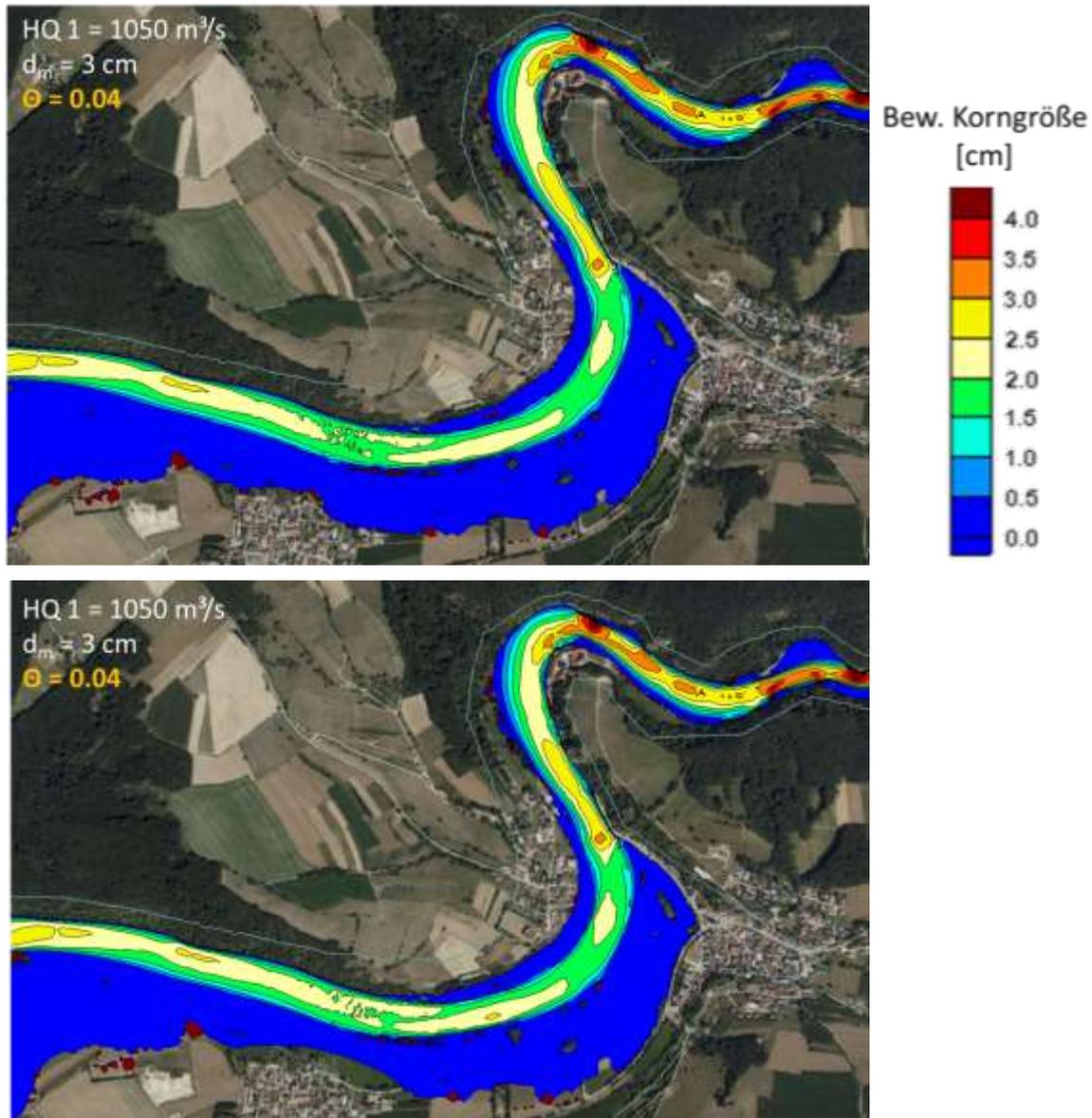


Abb. 24 Bewegte Korngrößen während eines stationären HQ1 Hochwasserabfluss ohne (oben) und mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm (unten)

Im Fall HQ1 ergeben sich verglichen mit dem Status Quo im Bereich der Kiesbank Staubing (US7) etwas größere Flächen mit Mobilisierungen bis 2,5 cm Korndurchmesser. Diese Korngröße wird allerdings auch im Status Quo bereits mobilisiert, lediglich der räumliche Umfang in dem dies möglich wird, ist etwas vergrößert.

4.3.3.3 Bewegungsbeginn HQ10

Für das nächstgrößte modellierte Hochwasser HQ10 sind die mobilisierten Korngrößen in Abb. 25 dargestellt. Im Gegensatz zum HQ1 werden im Bereich der Staubinger Bänke nun auch Korngrößen bis 3 cm in Bewegung versetzt. Mit Bau des Hochwasserschutzdamms ergibt sich wieder ein entsprechender vergrößerter Bereich mit dieser Belastung.

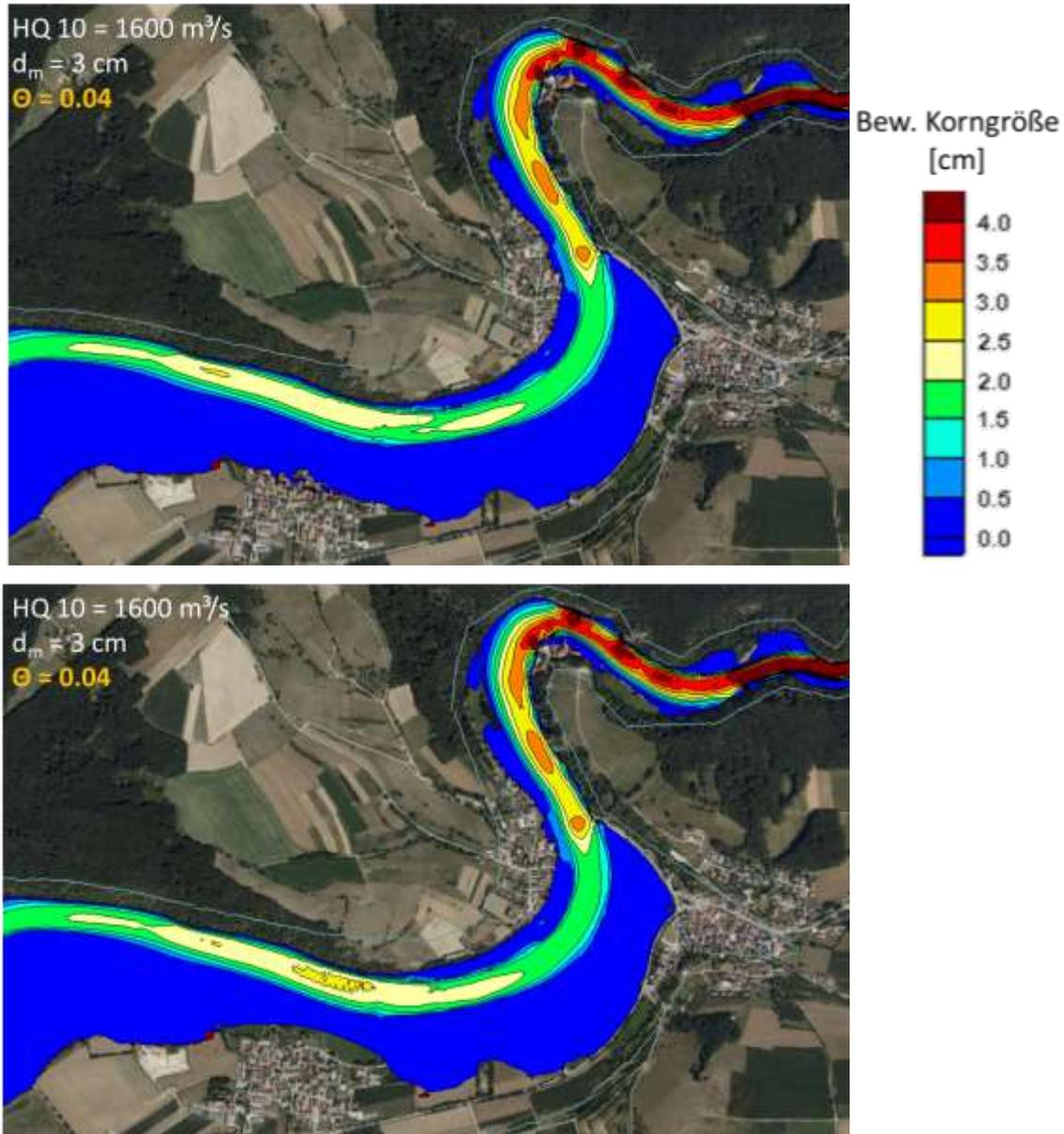


Abb. 25 Bewegte Korngrößen während eines stationären HQ10 Hochwasserabfluss ohne (oben) und mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm (unten)

Nach Bau des HWS-Damms ergibt sich als Hauptänderung beim HQ10 auf der Kiesbank Staubing (US7) eine Veränderung der bewegten Korngröße um 0,5 cm auf 3 cm. Diese Veränderung ist so gering, dass sie unterhalb der Modellgenauigkeit bleibt. Zudem ist sie räumlich begrenzt auf den exponierten zentralen Bereich.

4.3.3.4 Bewegungsbeginn HQ100

In Abb. 26 sind die mobilisierten Korngrößen im Status Quo (oben) und mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm (unten) während eines HQ100 dargestellt.

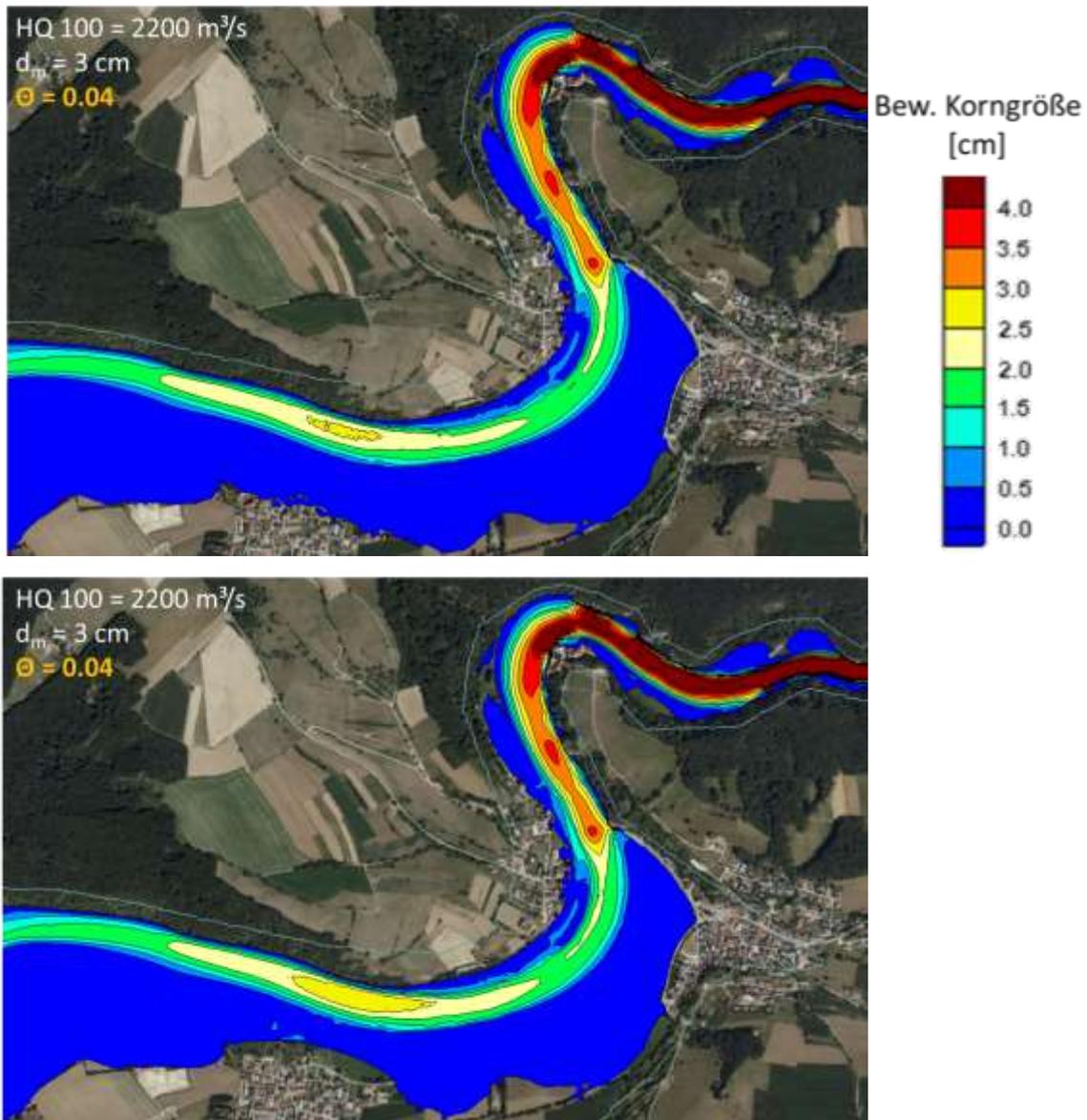


Abb. 26 Bewegte Korngrößen während eines stationären HQ100 Hochwasserabfluss ohne (oben) und mit dem geplanten Hochwasserschutzdamm (unten)

Nach Bau des HWS-Damms vergrößert sich beim HQ100 der Bereich mit einer Mobilisierung von Korngrößen bis 3 cm etwas. Die Veränderung der Korngrößenbewegung liegt aber wiederum unterhalb der Modellgenauigkeit. Sie bleibt auch hier räumlich begrenzt auf den exponierten zentralen Bereich.

4.3.3.5 Sondersituation oberhalb Weltenburger Enge

Dass die Schubspannungen beim HQ1 und HQ100 vergleichbare Größe aufweisen, bzw. beim HQ1 sogar etwas höher sind, erklärt sich bei Betrachtung des Wasserspiegellängsverlaufs (s. Abb. 27, sekundäre Ordinate beachten). Beim HQ100 wird die Donau durch die Abflusskontrolle am Durchbruch an der Weltenburger Enge, so stark rückgestaut, dass das Längsgefälle des Wasserspiegels geringer ist als beim HQ1 mit deutlich geringerem Abfluss.

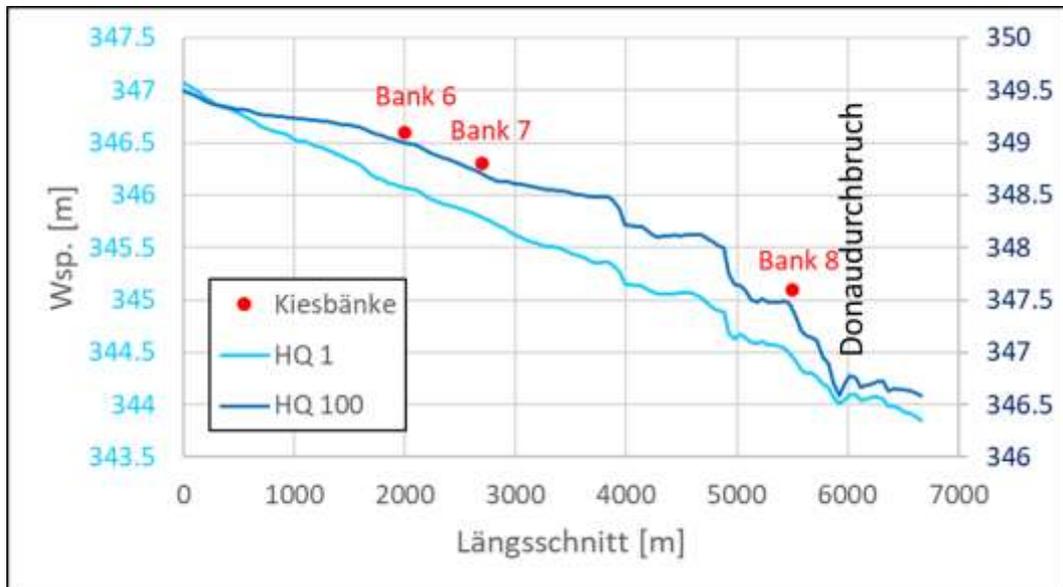


Abb. 27 Längsschnitt der Wasserspiegellagen bei HQ1 und HQ100 mit Lage von US6 Staubing rechts (Bank 6), US7 Staubing links (Bank7) und US8 Kanuinsel (Bank 8)

4.4 Darstellung der betrachteten Kiesbänke

Fischökologische Bedeutung der Kiesbänke

Kiesflächen sind unabdingbar zur Gewährleistung der Reproduktion kieslaichender Fische. Diese führen bisweilen weite Wanderungen durch, um auf geeigneten Kiesflächen ablaichen zu können. Sowohl der Laichvorgang wie auch die Gelege- und Larvalentwicklung, aber oft auch die Entwicklung der Brütlinge (yearlings) sind wesentlich von Zustand, Lage und Ausdehnung geeigneter Kiesflächen abhängig. Ein deutlicher Niveauunterschied zwischen angeströmter Kiesfläche und dem Gewässerbett unterstrom der Kiesstruktur gewährleistet verbessert dabei in der Regel die Durchströmung des Kieskörper-Lückensystems des Kieskörpers.

Kolmation, Erosion und Umlagerung

Der langfristige Bestand einer Kiesfläche (Kiesbank oder Kiesinsel) ist auf zweierlei Weise gefährdet. Durch Sedimentation von Feinmaterial und dessen Eintrag ins Kieslückensystem wird dieses verstopft und verbacken (kolmatiert). Gefördert werden kann dieser Vorgang zusätzlich durch das Aufkommen von Vegetation. Ein kolmatierter Kieskörper ist biologisch weitgehend wertlos. Auf der anderen Seite gefährdet auch übermäßige Erosion den Bestand von Kiesbänken oder Kiesinseln. Durch die starken Strömungen bei Hochwasserabflüssen werden diese Kiesansammlungen flussab verlagert und ohne ausreichende Geschiebezufuhr von oberstrom verschwindet damit die Kiesstruktur langfristig.

Eine biologisch intakte Kiesstruktur ist somit auf regelmäßige Umlagerungen angewiesen, aber auch auf ausreichende Geschiebezufuhr von oberstrom. Wesentliche "Aufgaben" der Umlagerung sind die Reduktion eingeschwemmten, sedimentierten Feinmaterials und die Regenerierung einer locker gelagerten Kiessohle mit ausreichend großen Porenräumen. Daneben verhindert die Umlagerung auch ein Zuwachsen der Kiesfläche.

Tab. 5 Untersuchte Detailstrecken

Nr.	Bezeichnung	Anmerkungen
1	Dünzing	Fkm. 2440.5, links; Aufweitung mit langer Inselstruktur, Uferabbruch, Schüttungen ca. 2018, Gleithang-Uferbank
2	Neustadt	Fkm. 2432.0, links; alte Kiesbank, langsame Abwärtsverlagerung, mit Hinterwasserstruktur
3	Irnsing	Fkm. 2430.1, links; natürlich, natürliche Ablagerungen, Totholz (eingebracht), Gleithang-Uferbank
4	Sittling	Fkm. 2429.0, rechts; infolge trockener Jahre stärker bewachsen (geeignet für Krautlaicher) Gleithang-Uferbank
5	Eining	Fkm. 2427.2, links; aufgeweitet 2019, strukturreich; Buhne oberhalb, Uferabflachung unterhalb
6	Staubing rechts	Fkm. 2421.5, rechts; schmale Gleithang-Uferbank, Hinterwasser
7	Staubing links	Fkm. 2421.0, links; Priele quer zur Hauptströmung, strukturreich, Geländestufen; zeitweilig als Kiesinsel
8	Kanuinsel	Fkm. 2418.5, links; nicht zugänglich, hinten steil abfallend zur engen Hauptrinne; Sandinsel

Unmittelbar stromab von Vohburg an der Donau befindet sich die erste Untersuchungsstrecke US1 Dünzing auf Höhe des gleichnamigen Ortes. US2 Neustadt beginnt kurz vor Querung der B299 Straßenbrücke. Unmittelbar unterhalb folgen US3 Irnsing, US4 Sittling und US5 Eining. Auf Höhe des

Kirchdorfs Staubing befinden sich US6 Staubing links und direkt anschließend US7 Staubing rechts. Kurz vor dem Donaudurchbruch „Weltenburger Enge“ liegt schließlich die am weitesten stromab gelegene Sandinsel US8 Kanuinsel.

Die Kiesbank "Kiesinsel Staubing US7" ist – abhängig vom Abfluss - die einzige noch verbliebene größere Kiesinsel des betrachteten Donauabschnittes. Bei allen übrigen Kiesbänken handelt es sich um langgestreckte Uferbänke, deren Ausformung zum Teil auf Renaturierungsmaßnahmen zurückgeht.

Die Kiesbank Staubing links US7

Auf Höhe der Ortschaft Staubing ist bereits auf frühen Karten eine Insel in der Donau eingezeichnet, die allerdings eher auf der rechten Flussseite liegt und heute eventuell in das rechte Ufergelände eingegliedert ist (siehe auch Deckenbild der Kirche in Staubing). Auf jeden Fall befindet sich auf Höhe Staubings schon mindestens seit 1800 eine langgestreckte Insel, zumindest über die letzten Jahrzehnte sehr stabil auf der linken Flussseite. Sie weist eine Vielfalt von Strukturen und verschiedenen Strömungszonen auf, die in den meisten unserer Fließgewässer weitgehend verloren gegangen ist.



Abb. 28 Adrian v. Riedl (1746-1809) Strom-Atlas von Baiern. Donau Bl. 3 (Ausschnitt) [Quelle Bavaricon]



Abb. 29 Topographische Karte von 1815 (Ausschnitt) [Quelle Bavaricon]



Abb. 30 Entwicklung der Kiesbank Staubing US7 (Luftaufnahmen aus google earth mit Aufnahmejahr, bei unterschiedlichen Abflüssen)

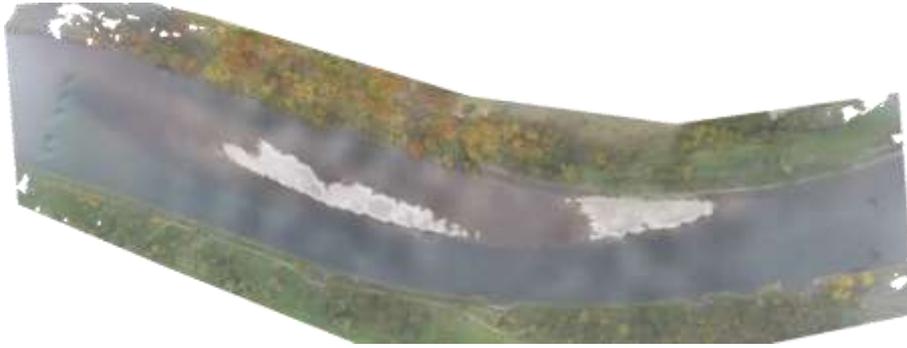


Abb. 31 Orthofoto der Drohnenbefliegung 2022 der Kiesbank Staubing US7 links
Die Orthofotos der übrigen Untersuchungsstrecken sind im Anhang 7.1 zu finden.

Die Kiesbank Staubing weist einige Eigenheiten auf, die sie von den Uferbänken des Flussabschnittes unterscheiden, dabei fehlen ihr aber auch Strukturen, die (allerdings nur sehr vereinzelt) an anderen Kiesbänken zu finden sind.

vorhandene Strukturen	nicht vorhandene Strukturen
großflächige, locker gelagerte Kieshabitats (wenig Feinsubstrat)	sandig schlammige Laichhabitats
lange, z.T. steile ausgeprägte Gradienten (Wassertiefe, Strömung)	Unterstände oder Deckungsstrukturen
deutlich ausgeprägte Geländesprünge	vegetationsreiche Habitats
Querstrukturen	permanente Flachwasserbereiche
flächige Habitatvielfalt	



Abb. 32 Staubing Kiesbank Gefälle lateral (links) mit flächenhaftem, riffelartige Abfluss zur Strömungsrinne, Gefälle flussab (rechts) mit strömungsarmen Zonen im Hinter- und Unterwasser (vergl. Abb. 23)

4.5 Habitategnung und -angebot

Das Vorkommen ausgewählter Habitattypen an der Kiesbank Staubing US7 wird in diesem Kapitel in Abhängigkeit vom Abfluss dargestellt und mit den Vorkommen an den übrigen modellierten Kiesbänken verglichen. Abbildungen für die hier nicht dargestellten Untersuchungsstrecken, Fischarten bzw. Altersstadien sind im Anhang 7.7 beigefügt.

Vorgestellt werden die Modellergebnisse für die folgenden **Habitattypen**:

- Äsche Laichhabitate
- Äsche Brütlingshabitate
- Äsche Juvenilhabitate
- Nase Juvenilhabitate
- Nase Laichhabitate
- Barbe Laichhabitate
- Huchen Laichhabitate

Weitere Habitattypen sind auf der Kiesbank kaum vorhanden oder werden von den untersuchten Habitaten weitgehend vertreten.

Die für die Darstellung gewählten **Abflüsse** (100 m³/s, 200 m³/s, 250 m³/s, 350 m³/s und 500 m³/s) umfassen das Spektrum der Abflüsse, die das Habitatangebot noch nicht einschränken, wobei die höchsten dargestellten Abflüsse (500 m³/s) oft bereits nicht mehr oder nur eingeschränkt nutzbare Habitatflächen bedingen.

Für den modellierten Bereich um die **Kiesbank Staubing** wird das Habitatangebot dargestellt:

- als Flächenangebot des jeweiligen Habitattyps getrennt nach 5 Eignungsklassen (SI) in Kartendarstellung (Aufsicht)
 - rot (SI 0-0,2), ■ orange (SI 0,2-0,4), ■ gelb (SI 0,4-0,6), ■ grün (SI 0,6-0,8), ■ blau (SI 0,8-1,0) (mit zunehmender Qualität in der gegebenen Reihenfolge)
- als **Flächenangebot** [m²] des jeweiligen Habitattyps differenziert nach 5 **Eignungsklassen**
- als nach Eignungsqualität **gewichtete Fläche** des jeweiligen Habitatstyps (WUA weighted usable area)

Dargestellt wird darüber hinaus das Angebot an **gut und sehr gut geeigneten Flächen** (SI > 0,6) im Bereich der Kiesbank Staubing im Vergleich zur Summe des Angebotes aller übrigen modellierten Flächen (Kiesbänke No. 1 - 6 und 8), einmal als absolutes Flächenangebot, einmal als Anteil der Kiesbank Staubing am Gesamtangebot.

4.5.1 Äsche Laichhabitate

Die Laichhabitate der Äsche sind durch mittlere Kiesgrößen, geringe Wassertiefe und kräftige Strömung gekennzeichnet. Das Angebot ist bei Abflüssen zwischen 200 und 300 m³/s gut entwickelt, allerdings treten diese Abflüsse während der Laichperiode der Äsche März-April oft nur kurzzeitig auf.

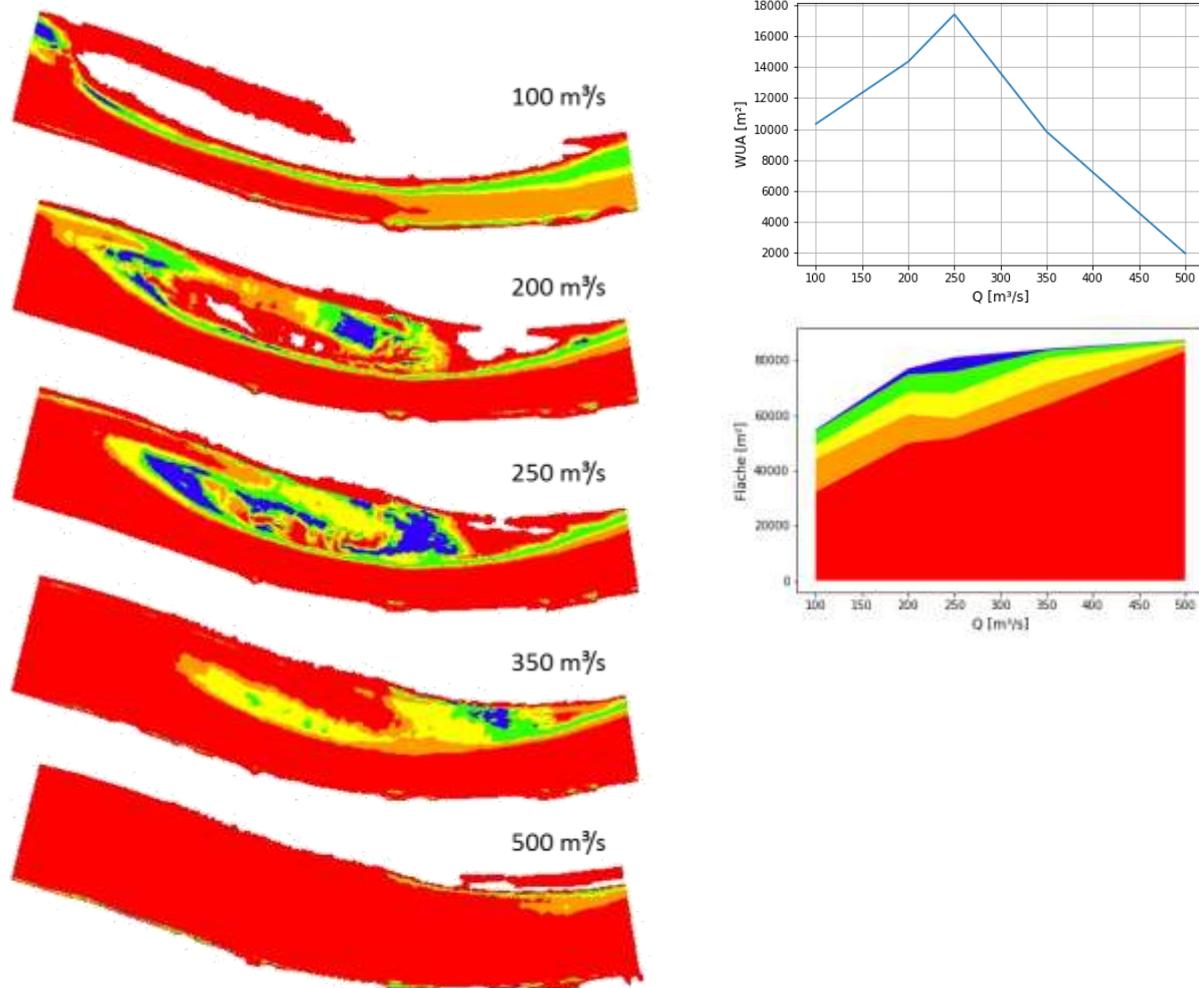


Abb. 33 Verteilung der Qualität von Äschen-Laichhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes

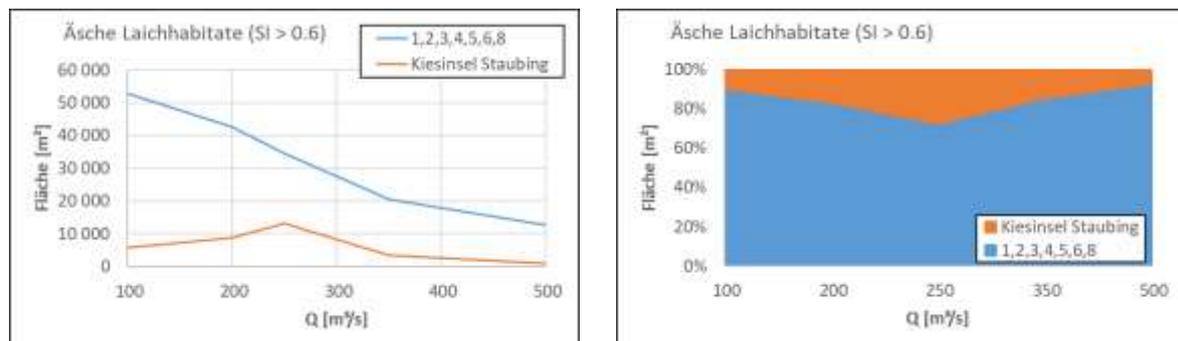


Abb. 34 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Äschen-Laichhabitate (SI>0,6) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Besonders bei Abflüssen zwischen 200 und 350 m³/s stellt die Kiesbank Staubing US7 einen überdurchschnittlichen Anteil potenzieller Äschenlaichplätze.

4.5.2 Äsche Brütlingshabitate

Die Brütlingshabitate der Äsche sind durch fein sandige Substrate zwischen Kies und Steinen gekennzeichnet. Bei nur geringer Wassertiefe ist allenfalls eine sehr geringe Strömung vorhanden. Das Angebot ist bei den geringen Abflüssen am besten und nimmt bis 350 m³/s sehr stark ab um bei weiter zunehmenden Abflüssen durch die neu benetzten Ufer langsam wieder zuzunehmen.

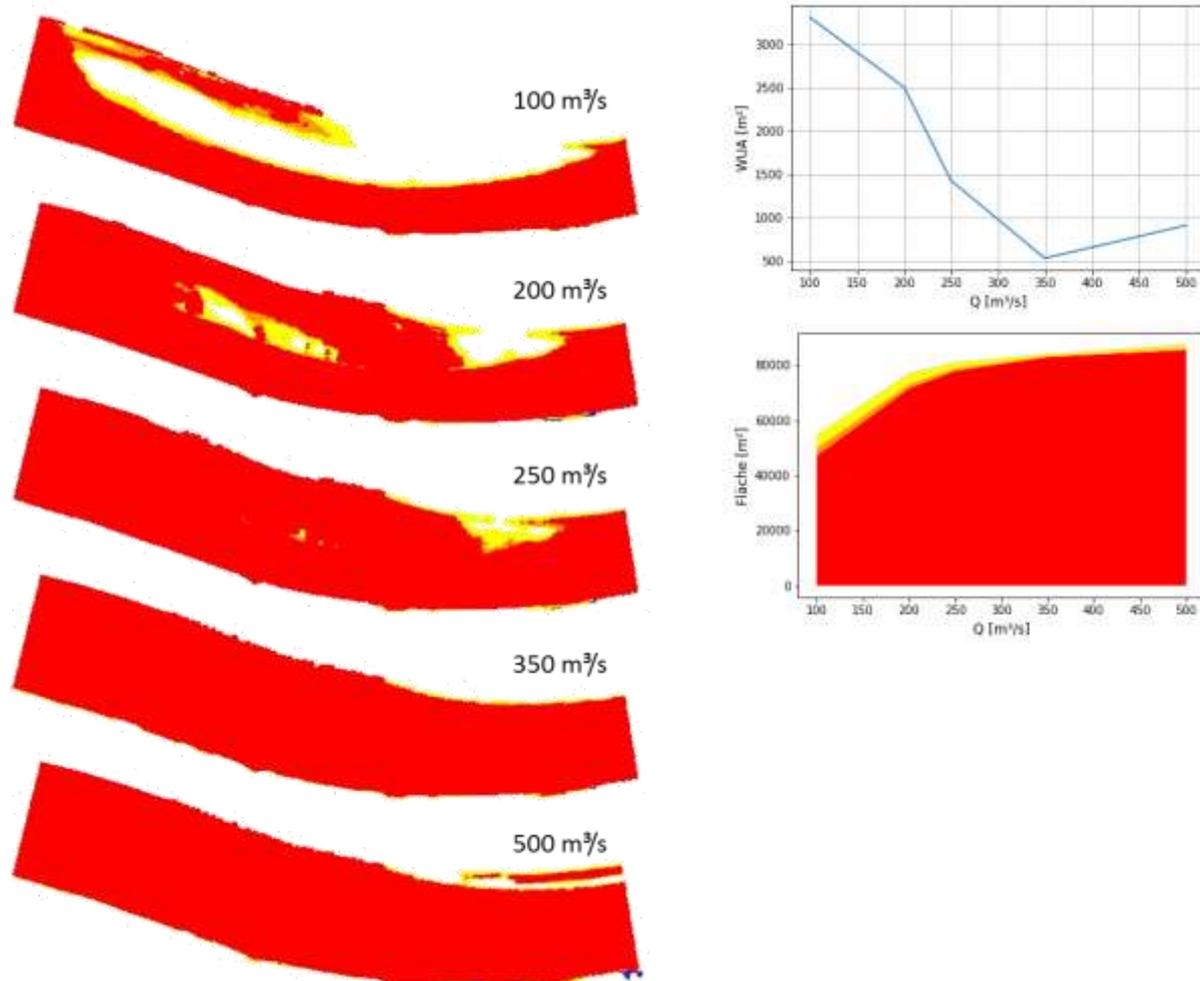


Abb. 35 Verteilung der Qualität von Äschen-Brütlingshabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes

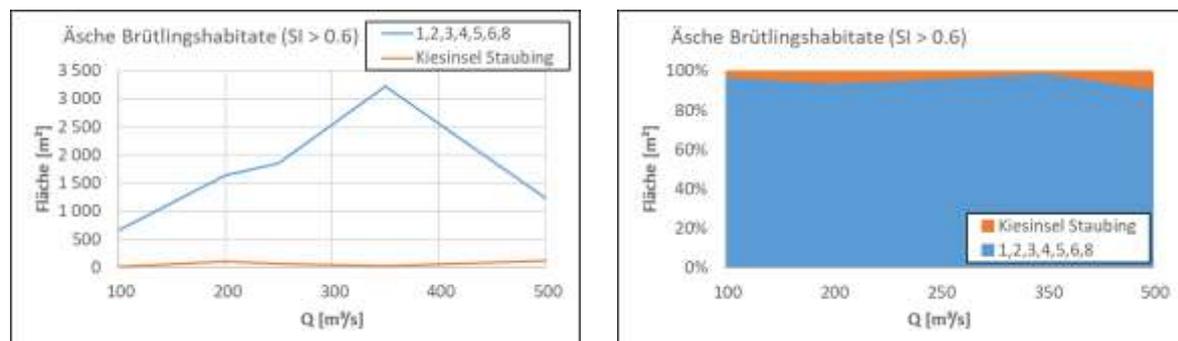


Abb. 36 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Äschen-Brütlingshabitats ($SI > 0,6$) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Bei Abflüssen bis 350 m³/s besitzt US7 nur einen geringen Anteil am Angebot an Äschen-Brütlingshabitaten. Während das Gesamtangebot bei zunehmendem Abfluss dann zurückgeht, nimmt es bei US7 langsam zu.

4.5.3 Äsche Juvenilhabitate

Die Juvenilhabitate der Äsche sind durch kiesige Substrate gekennzeichnet. Bei mittlerer Wassertiefe herrscht eine ruhige, aber kräftige Strömung vor. Das Angebot ist zwischen 150 und 250 m³/s am besten und nimmt dann bei weiter ansteigendem Abfluss stark ab.

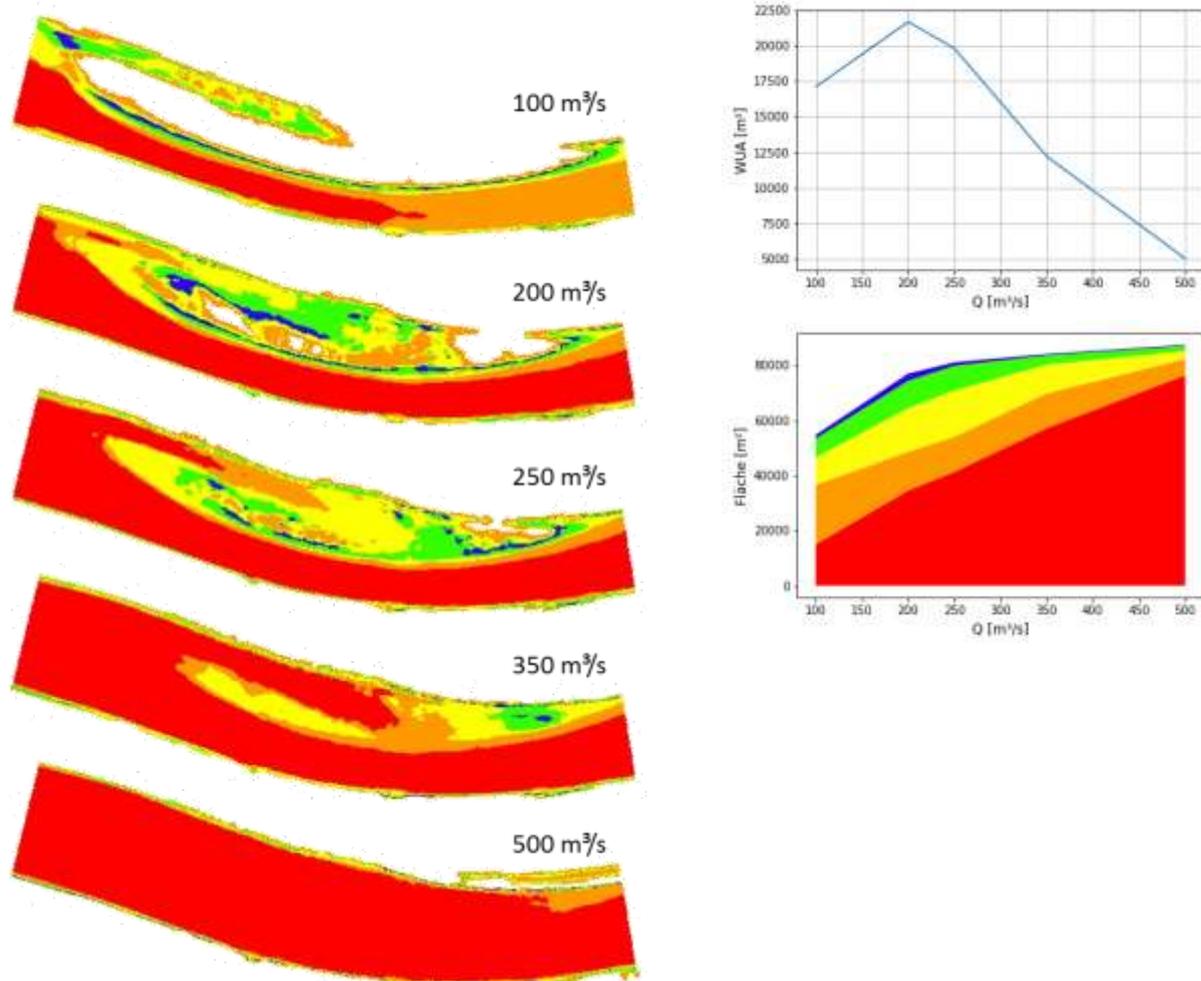


Abb. 37 Verteilung der Qualität von Äschen-Juvenilhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes

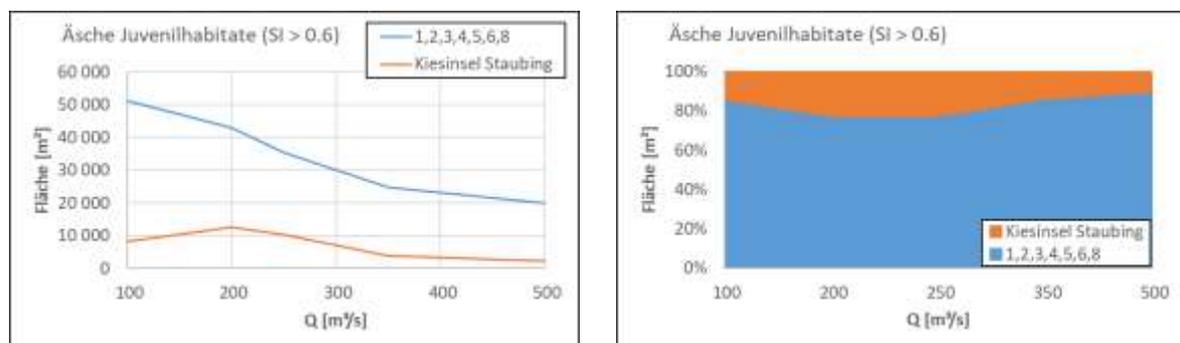


Abb. 38 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Äschen-Juvenilhabitate (SI>0,6) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Bei Abflüssen bis 350 m³/s besitzt US7 einen wesentlichen Anteil am Angebot an Äschen-Juvenilhabitaten. Bei noch höheren Abflüssen bleibt der Anteil am Gesamtangebot durchschnittlich.

4.5.4 Nase Juvenilhabitate

Die Juvenilhabitate der Nase sind durch sandig-kiesige Substrate gekennzeichnet. Bei mittlerer Wassertiefe herrscht eine geringe bis mäßige Strömung vor. Das Angebot ist bei den geringen Abflüssen am besten und nimmt bis 350 m³/s sehr stark ab und bleibt dann in etwa stabil.

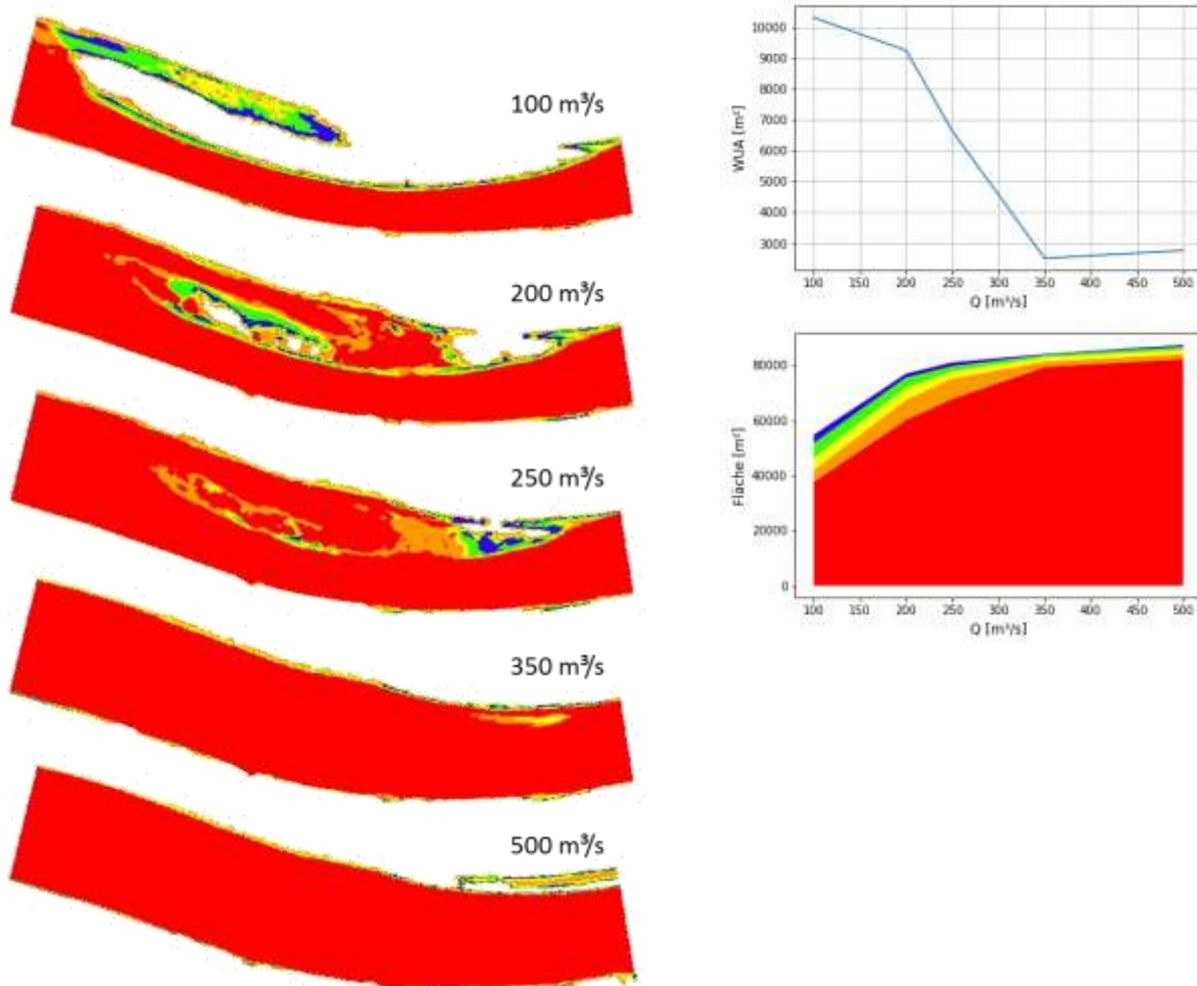


Abb. 39 Verteilung der Qualität von Nasen-Juvenilhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes

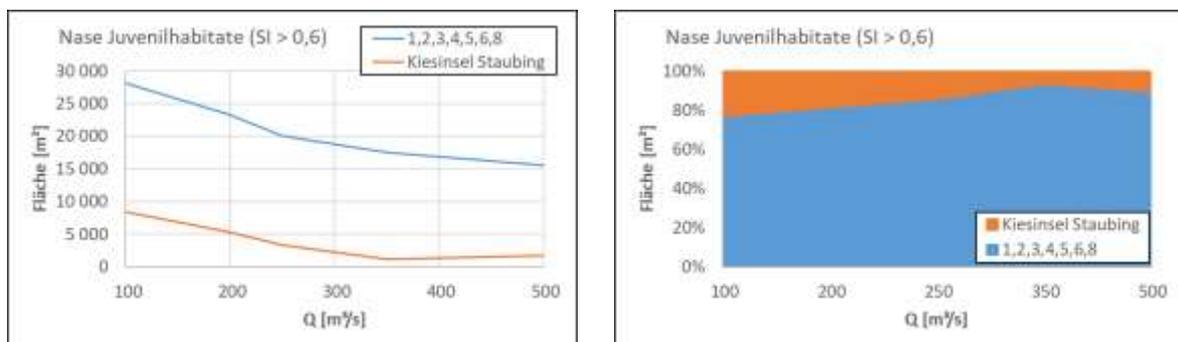


Abb. 40 Abflussabhängiges Angebot an geeigneten Nasen-Juvenilhabitaten ($SI > 0,6$) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Der Anteil von US7 am Angebot an Juvenilhabitaten für die Nase ist besonders bei Abflüssen bis 350 m³/s sehr bedeutend, aber auch bei höheren Abflüssen noch überdurchschnittlich.

4.5.6 Nase Laichhabitate

Die Laichhabitate der Nase sind durch grobkiesig bis steiniges Substrat, geringe Wassertiefe und sehr kräftige Strömung gekennzeichnet. Das Habitatangebot ist über das gesamte Abflussspektrum sehr gut, bei Abflüssen über 200 m³/s optimal entwickelt. Die günstigen Abflussbedingungen finden sich auch in der Laichperiode von März bis Mai.

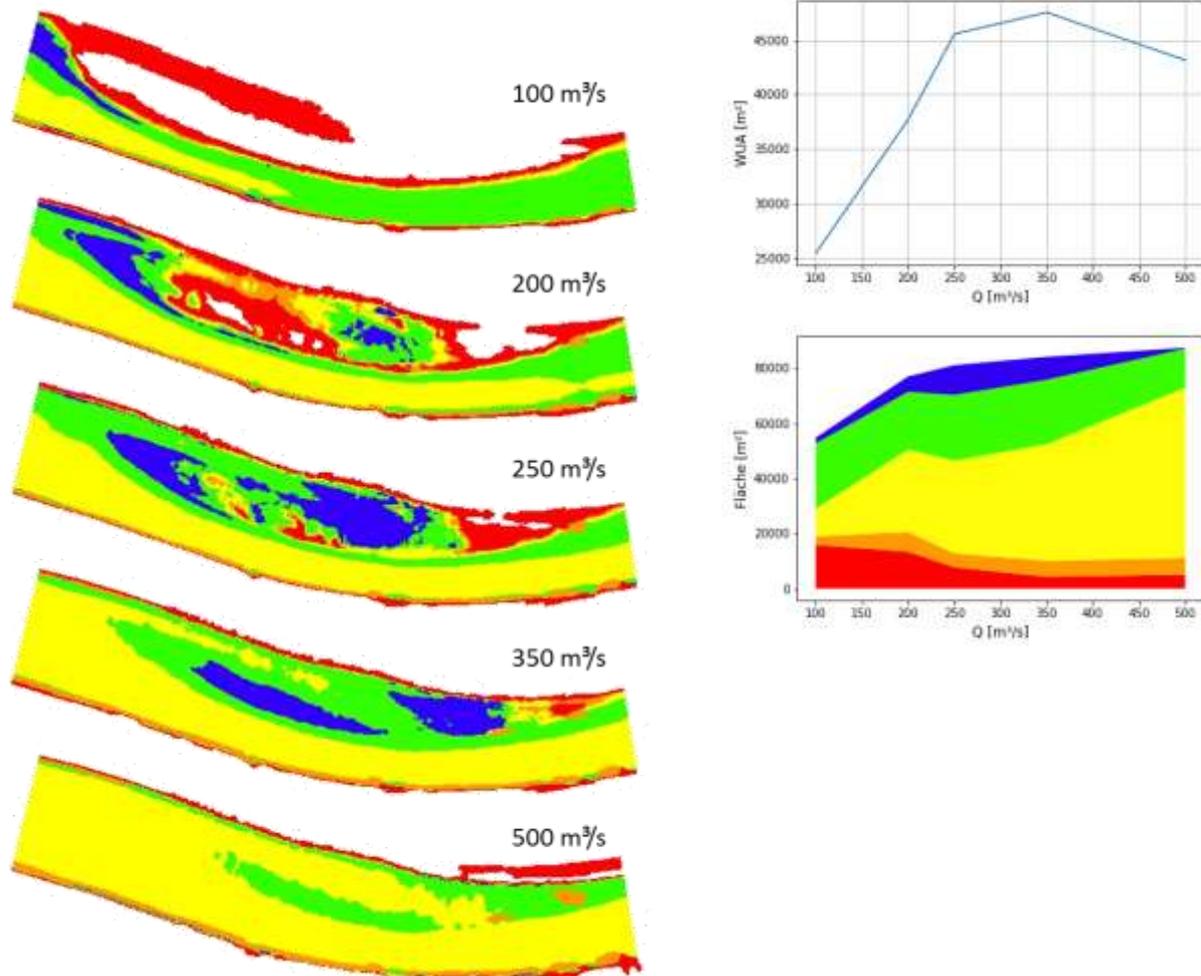


Abb. 41 Verteilung der Qualität von Nasen-Laichhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes (re).

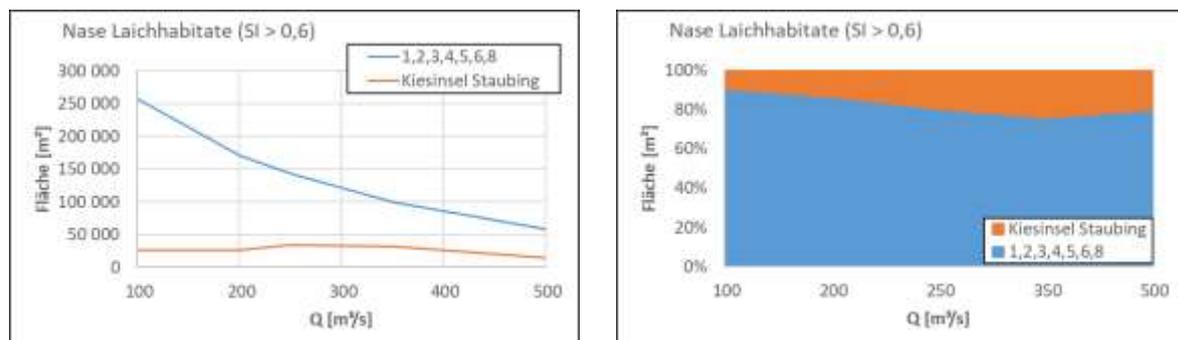


Abb. 42 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Nasen-Laichhabitate (SI>0,6) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Besonders bei Abflüssen über 200 m³/s stellt die Kiesbank Staubing US7 einen überdurchschnittlichen Anteil potenzieller Nasenlaichplätze.

4.5.8 Barbe Laichhabitate

Die Laichhabitate der Nase sind durch feine bis mittlere Kiesfraktionen, geringe bis mittlere Wassertiefe und mittlere Strömung gekennzeichnet. Bei Abflüssen von 200 – 300 m³/s ist das Habitatangebot am besten entwickelt. Allerdings finden sich nahezu keine sehr guten Laichareale. Die günstigen Abflussbedingungen finden sich vor allem zum Ende der Laichperiode von Mai bis Juni.

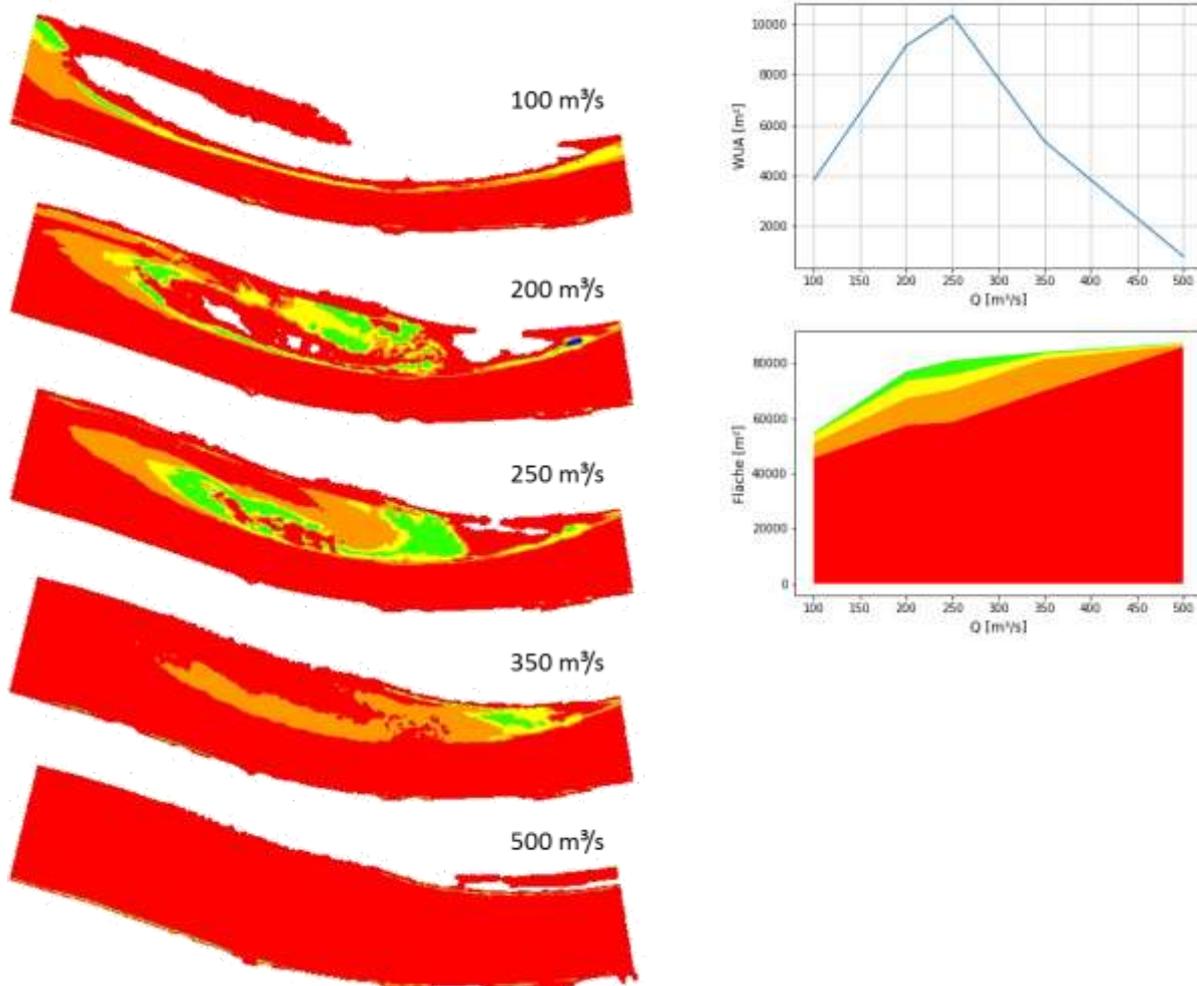


Abb. 43 Verteilung der Qualität von Barben-Laichhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes (re).

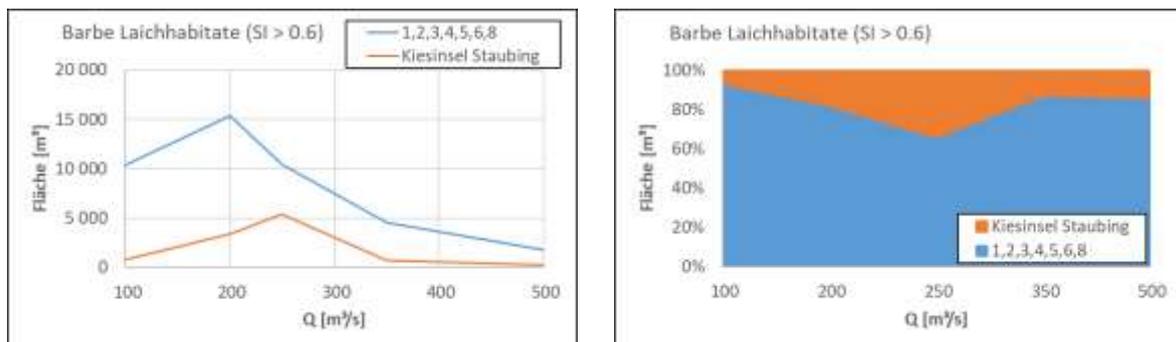


Abb. 44 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Barben-Laichhabitate (SI>0,6) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Bei Abflüssen von 200-350 m³/s stellt die Kiesbank Staubing US7 einen überdurchschnittlichen Anteil potenzieller Barbenlaichplätze.

4.5.9 Huchen Laichhabitate

Laichhabitate des Huchens sind durch mittlere Kiesgrößen, geringe Wassertiefe und kräftige Strömung gekennzeichnet. Das Angebot ist bei Abflüssen zwischen 200 und 300 m³/s gut entwickelt, allerdings treten diese Abflüsse während der Laichperiode des Huchens im März-April oft nur kurzzeitig auf. Der Huchen bevorzugt allerdings als Laichgewässer auch kleinere Flüsse, oft sogar die Oberläufe, sofern diese erreichbar sind.

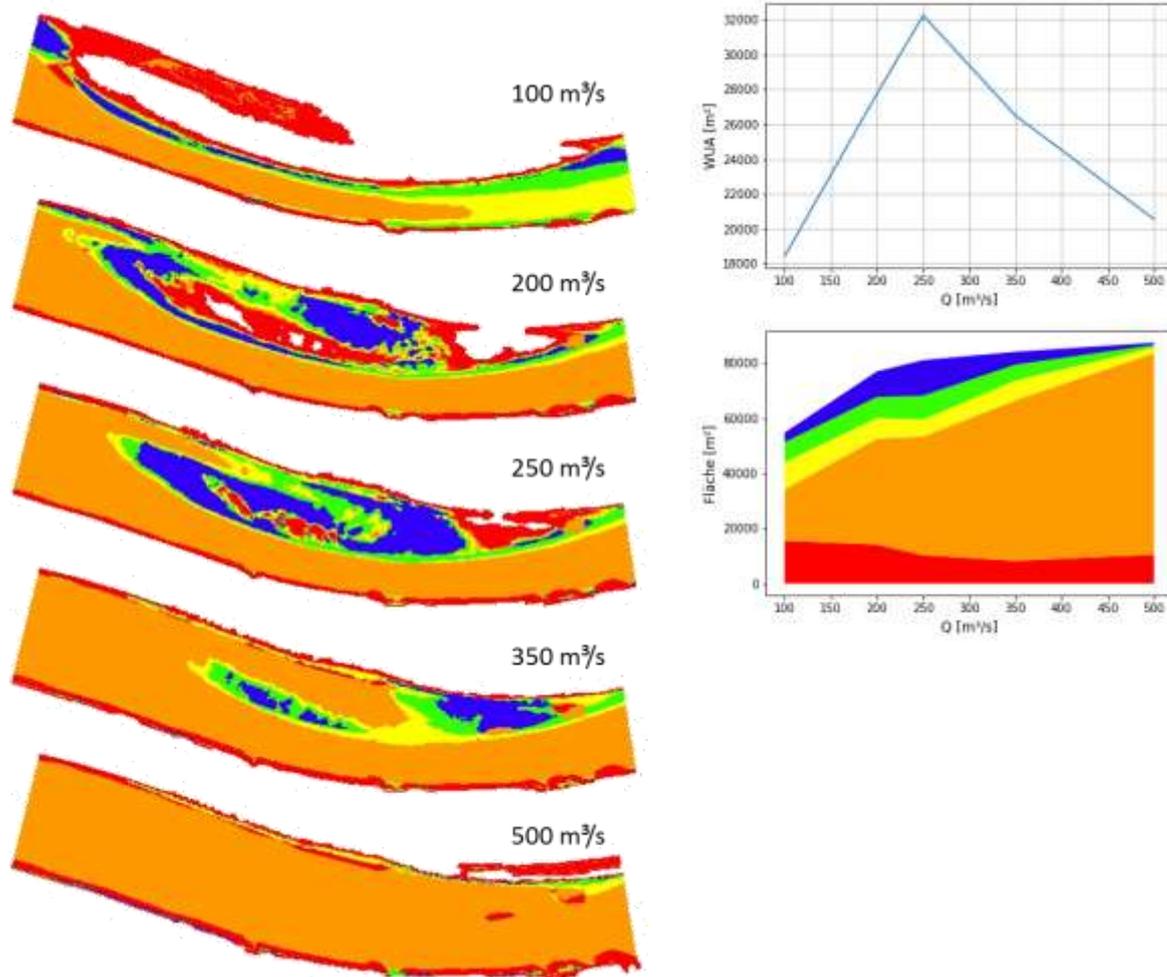


Abb. 45 Verteilung der Qualität von Huchen-Laichhabitaten bei unterschiedlichen Abflüssen (li) und quantitative Auswertung des Habitatangebotes (re).

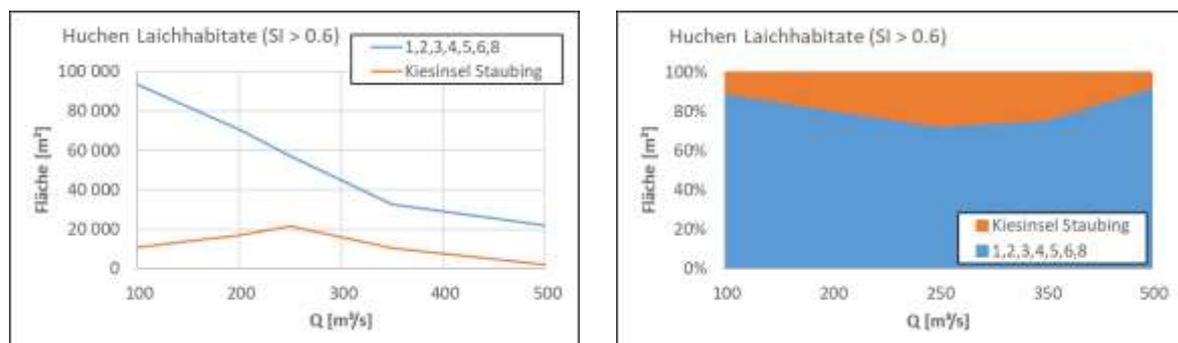


Abb. 46 Abflussabhängiges Angebot geeigneter Huchen-Laichhabitate (SI>0,6) der Kiesbank Staubing US7 (orange) und aller übrigen modellierter Kiesbänke (li.) sowie Anteil der Kiesbank Staubing US7 (orange) an der gesamten geeigneten Habitatfläche (re.)

Besonders bei Abflüssen zwischen 200 und 400 m³/s stellt die Kiesbank Staubing US7 einen überdurchschnittlichen Anteil potenzieller Huchenlaichplätze.

4.5.10 Ökologische Bewertung

Modelliertes Habitatangebot

Die Ergebnisse der Habitatmodellierungen zeigen, dass die Kiesbank Staubing großflächig geeignete Laichareale für verschiedene Kieslaicher bietet. Im Winter und Frühjahr, bei ausreichender Überströmung können die Kiesstrukturen auch von juvenilen und adulten, kiesbewohnenden Fischarten besiedelt werden, die bei sommerlichem Trockenfallen der Inseln auf die zahlreichen Kiesstrukturen des Flussabschnittes ausweichen können.

Unter alleiniger Berücksichtigung der zu den Habitatmodellierungen herangezogenen Schlüsselparameter scheinen die übrigen untersuchten Kiesstrukturen durchaus auch großräumig vergleichbare Habitate zu bieten. Dabei haben die langgestreckten Uferbänke gegenüber einer Insel den Vorteil, dass sich die relevanten Strukturen bei wechselndem Abfluss land- bzw. flussseitig verlagern und so über weite Abflussbereiche erhalten bleiben, wenn auch oft in unterschiedlicher Qualität.

Diese erste Betrachtung ordnet die Kiesbank Staubing hinsichtlich ihrer fischökologischen Bedeutung als mehr oder weniger gleichwertig mit den Kiesstrukturen des betrachteten Donauabschnittes ein. Die Berücksichtigung weiterer Eigenschaften führt jedoch zu einer modifizierten Bewertung.

Besonderheiten der Kiesbank Staubing

Die Kiesbank bei Staubing bietet in vielerlei Hinsicht optimale und im Vergleich zu den anderen Kiesbänken höherwertige Laichhabitate für Äschen, Barben und Nasen:

Für Barben und Nasen, die in großen Schwärmen laichen, ist bereits die beträchtliche Ausdehnung der zum Laichen geeigneten Flächen auf keiner anderen Kiesfläche des betrachteten Donauabschnittes zu finden. Auch die in der Nähe der Laichareale gelegenen Ruhebereiche für die Laichschwärme sind in dieser Qualität und Größe sonst nicht vorhanden.

Was die Kiesbank Staubing als Laichplatz aber besonders auszeichnet, ist der deutliche longitudinale wie auch laterale Niveauunterschied. Auf allen übrigen aufgenommenen Flächen sind die Gradienten der untersuchten Parameter in schmalen Streifen quer zur Flussrichtung orientiert.

Bei Überflutung besteht am unteren Ende der Kiesbank ein starkes Gefälle in Flussrichtung, während der Abfluss im oberen Inselteil gegen das Sohlgefälle anläuft. Zum Talweg hin besteht durchgehend ein sehr starkes Gefälle, was bei Überflutung der Insel zeitweilig zu ausgeprägten Strömungen quer zur Flussrichtung führt. Die permanent vorhandenen Niveauunterschiede der Gewässersohle, sowohl in Flussrichtung als auch quer zur Flussrichtung, mit gegen das Sohlniveau anlaufendem Abfluss, führen zu einer kräftigen Durchströmung des Kieskörpers, wie sie sich in den abflussparallelen Strukturen der übrigen Kiesbänke kaum ausbilden kann. Durchströmbare Kieskörper haben kleinräumig eine ausgleichende Wirkung auf die Wassertemperatur, die es sensiblen Fischarten ermöglicht, kritische Witterungsphasen zu überstehen, was in Zeiten des Klimawandels zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Diese Verhältnisse zusammen mit der oben erläuterten, hydromorphologisch bedingten außerordentlichen Stabilität der Insel unter unterschiedlichsten Abflussbedingungen machen die Kiesbank Staubing zu einer einzigartigen hydromorphologischen Struktur, die durch keine der anderen Kiesbänke im betrachteten Donauabschnitt – und darüber hinaus – gleichwertig ersetzt werden kann.

Gefährdung durch die Hochwasserschutzmaßnahme

Struktur und Bestand der Kiesbank sind nach den hydraulischen Berechnungen durch den Bau des Hochwasserschutzwerkes nicht gefährdet. Bei den Untersuchungen zur Stabilität der Substratstrukturen der Kiesbank ergibt sich im Falle von Hochwasserabflüssen (HQ1) nach Bau des Hochwasserschutzwerkes ein lokal etwas früherer Transportbeginn für Kies mit Korngröße bis 2,5 cm. Dies kann zu einer geringfügigen Vergrößerung des Substrates führen, ohne dass sich dabei jedoch die Habitatqualität wesentlich ändert.

5 Zusammenfassung

5.1 Morphologie des Donauabschnitts

Die Korngrößenanalysen der an 24 Stellen genommenen Kiesproben aus Deck- und Unterschicht der Flusssohle zeigen, dass die Donau im Abschnitt zwischen Vohburg und Weltenburger Enge in der Deckschicht mittlere Korngrößen um 30 mm, d.h. im unteren Spektrum der Grobkiesfraktion (20 bis 60 mm), aufweist. In der Unterschicht liegen diese im Übergangsbereich zwischen Grob- und Mittelkies (6 bis 20 mm). Dies ist für einen Fluss dieser Größenordnung in Deutschland ungewöhnlich, da der durch Stauhaltungen reduzierte Sedimenttransport in den meisten Gewässern eine Vergrößerung oder sogar Abpflasterung der Sohle bewirkt hat. Die Donau weist in dieser Hinsicht einen weitaus besseren Zustand auf, was zum einen darauf zurückzuführen ist, dass der betrachtete Abschnitt komplett freifließend ist. Zum anderen wird vermutlich kiesiges Material direkt aus Revitalisierungsmaßnahmen, aus Bereichen mit entfernten Ufersicherungen und evtl. aus der Aue zugeführt. Lediglich im obersten Abschnitt unterhalb der Stauhaltung Vohburg ist eine Vergrößerung der Deckschicht vorhanden, die auf fehlenden Kieseintrag von oberstrom hinweist. Es ist zu erwarten, dass sich mittelfristig bei fehlendem Eintrag von geringen bis mittleren Kiesgrößen, der Abschnitt mit vergrößerter Sohlendeckschicht weiter nach unterstrom ausbreiten wird.

5.2 Besonderheit der Kiesbank Staubing

Die Kiesbank Staubing ist eine im betrachteten Donauabschnitt einzigartige Kiesbank. Sie hat sich bereits über Jahrhunderte in nahezu unveränderter Lage im Fluss etabliert und weist eine Vielfalt von Strukturen und verschiedenen Strömungszonen auf, die in den meisten unserer Fließgewässer weitgehend verloren gegangen ist. Die Strömungsberechnungen zeigen einen wichtigen Grund für die ungewöhnliche Stabilität der Kiesbank: Die Strömungsbelastungen der Sohle (Sohlschubspannungen) verändern sich im Hochwasserbereich zwischen HQ1 und HQ100 nur unwesentlich. Dies ist eine Folge des Rückstaus durch die Weltenburger Enge, die bewirkt, dass das Wasserspiegelgefälle bei großen Hochwässern geringer wird im Vergleich zu kleineren Hochwässern.

Aus ökologischer Sicht ist die Kiesbank Staubing ebenfalls außergewöhnlich: sie bietet großflächig hervorragende Laichhabitate für verschiedenste Kieslaicher, die in ihrer Qualität im gesamten Flussabschnitt einzigartig sind. Dies liegt an den besonderen Gefälleverhältnissen in Längs- und Querrichtung, die so an keiner der anderen betrachteten Kiesstrukturen vorhanden sind. Die Bedingungen an der Kiesbank sind zum einen dauerhaft vorhanden aufgrund der oben genannten hydromorphologischen Stabilität. Zum anderen ist aber kleinräumig auch eine Dynamik mit Umlagerungen vorhanden, welche die hohen Eignungen der Kiesbank als Laichhabitat unterstützt. Andere Fischhabitattypen sind auf der Insel in ähnlicher Weise vertreten wie an den Kiesuferbänken des untersuchten Donauabschnittes.

5.3 Auswirkungen des Hochwasser-Damms

Als Folge des Rückstaus durch die Weltenburger Enge ändern sich die in Bewegung geratenden Korngrößen auf der Kiesbank über einen weiten Abflussbereich kaum. Somit erfolgt mit zunehmendem Abfluss keine größere Erosion mit Kiesaustrag. Gleichzeitig treten aber bereits bei Abflüssen unter HQ1 lokale Umlagerungen des anstehenden Kieses auf. Diese bewirken, dass die obere Kiesohle locker gelagert bleibt und damit geeignete Bedingungen für Kieslaicher bietet.

Der geplante Hochwasserdamm engt den Fließquerschnitt der Donau im Abschnitt um die Kiesbank bereits bei einem HQ1 ein, infolge des genannten Rückstaus sind aber die Fließgeschwindigkeiten und auf die Sohle wirkenden Kräfte nur unwesentlich vergrößert. Allenfalls lokal könnte der Durchmesser der bewegten Korngrößen etwas zunehmen, allerdings rechnerisch um maximal 0,5 cm, was unterhalb der Modellgenauigkeit liegt. Somit sind **wesentliche Veränderungen der Kiesbank als Folge der HWS-Maßnahme mit großer Sicherheit auszuschließen.**

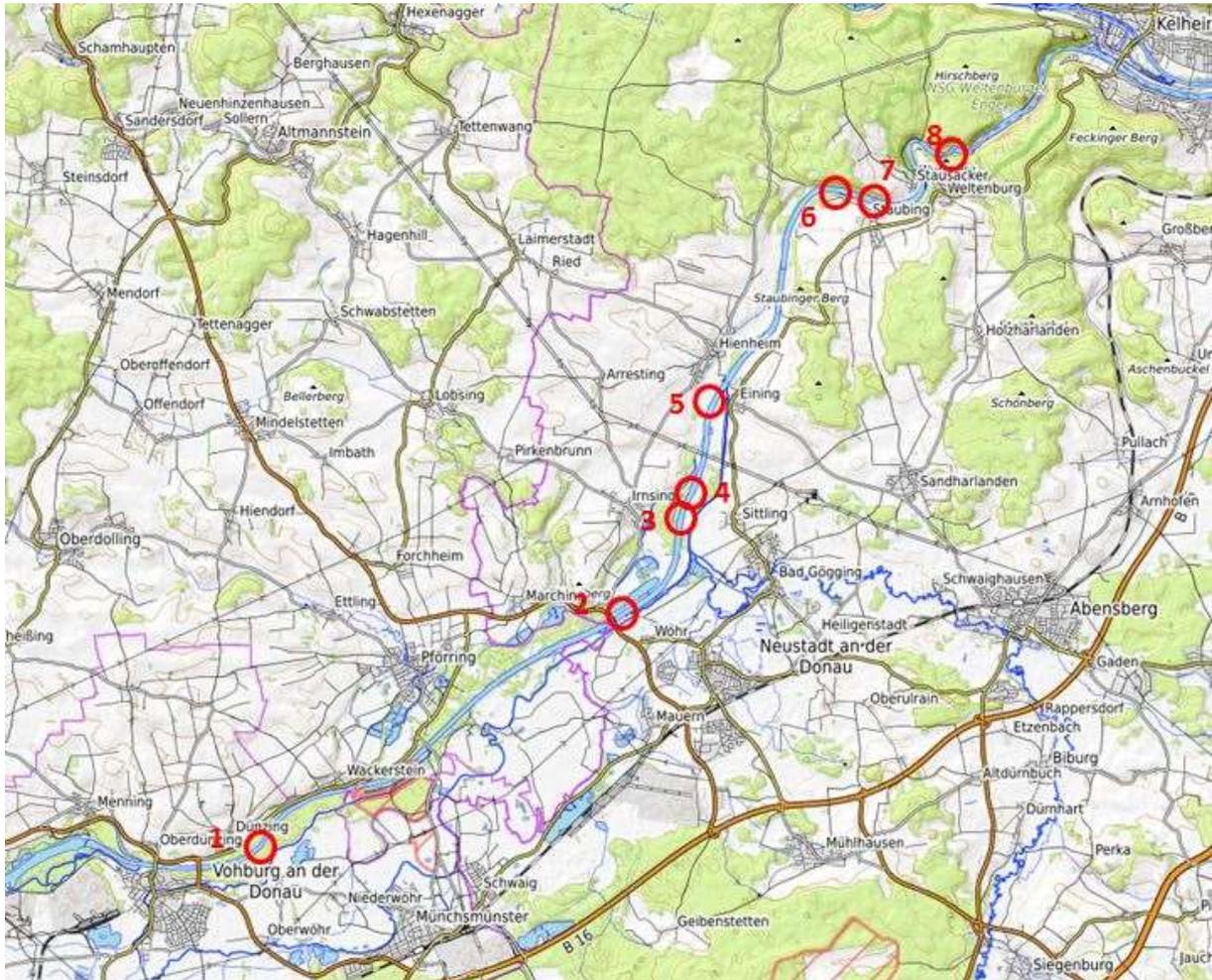
Kleinräumig werden sich weiterhin Umlagerungen ergeben, evtl. etwas ausgeprägter als bisher. Diese sind aber aus ökologischer Sicht durchaus erwünscht.

Auf Basis der modellierten Auswirkungen für die Situation mit Hochwasserdeich lässt sich folgende Aussage treffen: Eine Gefährdung des Angebotes an den wichtigsten Fischhabitattypen oder auch nur eine Verschlechterung des Angebotes infolge der Ausführung des geplanten Hochwasserschutzbauwerkes sind weitestgehend auszuschließen.

6 Literaturverzeichnis

- Hydrotec (2020): Benutzerhandbuch Flussschlauchgenerator, Erweiterung zu HYDRO_AS-2D zur Generierung eines Flussschlauchs für die 2D-Modellierung, Version 2.0, 2020, Hydrotec Ingenieurgesellschaft für Wasser und Umwelt mbH Aachen
- Kohane R. (2020): Hochwasserschutz Staubing. Modelluntersuchung zur Beurteilung der hydromorphologischen Auswirkungen des geplanten Hochwasserschutzdeiches auf die Kiesbank bei Donau-km 2421,2.- Studie im Auftrag des Wasserwirtschaftsamtes Landshut; Tractebel Hydroprojekt GmbH, Bad Vilbel 22.10.2020
- Kopecki, I. (2008): Calculational Approach to FST-Hemispheres for Multiparametrical Benthos Habitat Modelling
- Kopecki, I., Schneider, M., Tuhtan, J.A. (2017): Depth-dependent hydraulic roughness and its impact on the assessment of hydropeaking. In: The Science of the total environment 575 (2017), S. 1597-1605.
- Noack, M., Schneider, M. und Wieprecht, S. (2013): The Habitat Modelling System CASiMiR: A Multivariate Fuzzy-Approach and its Applications. In: (eds.): Ecohydraulics: An integrated approach. John Wiley & Sons, 8/2013.
- Nujić, M. (2003): HYDRO_AS-2D, Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis, Benutzerhandbuch.
- Planungsbüro PAN (2016): Umsetzungskonzept „Hydromorphologische Maßnahmen“ nach EG-WRRL für den Flusswasserkörper „Donau von Einmündung Paar bis Staubing“ (1_F204, alt AP002).- Auftraggeber: Wasserwirtschaftsamt Landshut; Ausführung: Planungsbüro PAN, München
- Schneider, M. & Ortlepp, J. (2003): Zustand und Entwicklungspotential der Restwasserstrecke des Kraftwerks Rheinau, Gutachten im Auftrag des Rheinaubundes, sje – Schneider & Jorde Ecological Engineering, Stuttgart, Hydra – Büro für Gewässerökologie, Öschelbronn
- Schneider, M. (2001): Habitat- und Abflussmodellierung für Fließgewässer mit unscharfen Berechnungsansätzen. Dissertation, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau, Heft 108, Universität
- Westoby, M. J.; Brasington, J.; Glasser, N. F.; Hambrey, M. J.; Reynolds, J. M. (2012): 'Structure-from-Motion' photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. Geomorphology. 179: 300–314.

7 Anhang



Untersuchte Detailstrecken (US, rot) ; Kartendaten: © [OpenStreetMap](#)-Mitwirkende, SRTM | Kartendarstellung: © [OpenTopoMap \(CC-BY-SA\)](#)

- US1 Dünzing
- US2 Neustadt
- US3 Inrsing
- US4 Sittling
- US5 Eining
- US6 Staubing rechts
- US7 Staubing links
- US8 Kanuinsel

7.1 Orthofotos der Untersuchungsstrecken



Abb. 47 Hoch aufgelöste Orthofotos aus der Drohnenbefliegung für **US1 Dünzing** (l.) und **US2 Neustadt** (r.)



Abb. 48 Hoch aufgelöste Orthofotos aus der Drohnenbefliegung für **US3 Irnsing** (l.), **US4 Sittling** (m.) und **US5 Eining** (r.)

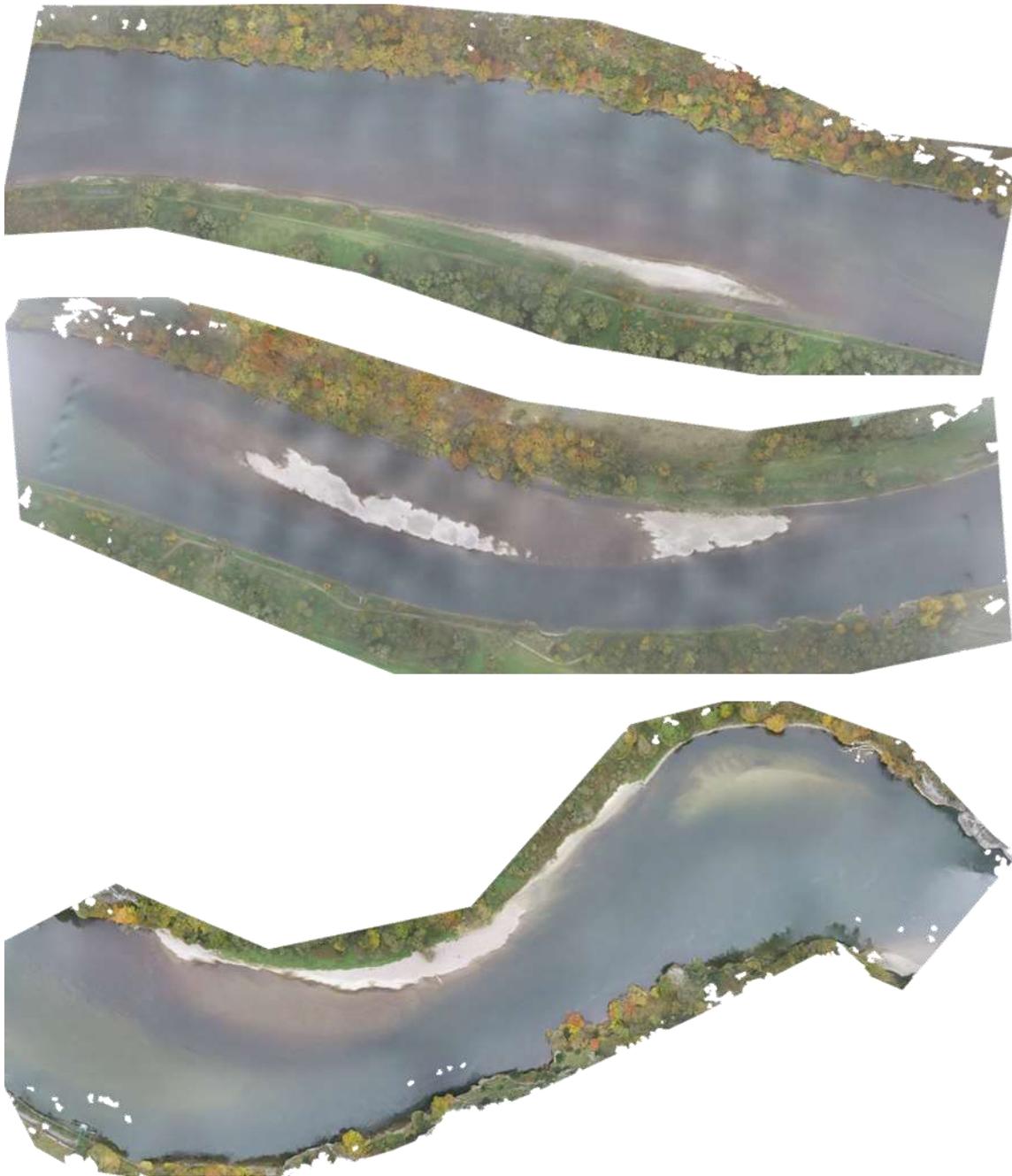


Abb. 49 Hoch aufgelöste Orthofotos aus der Drohnenbefliegung für **US6 Staubing rechts (o.)**, **US7 Staubing links (m.)** und **US8 Kanuinsel (u.)**

7.2 Ergebnisse der Kartierung

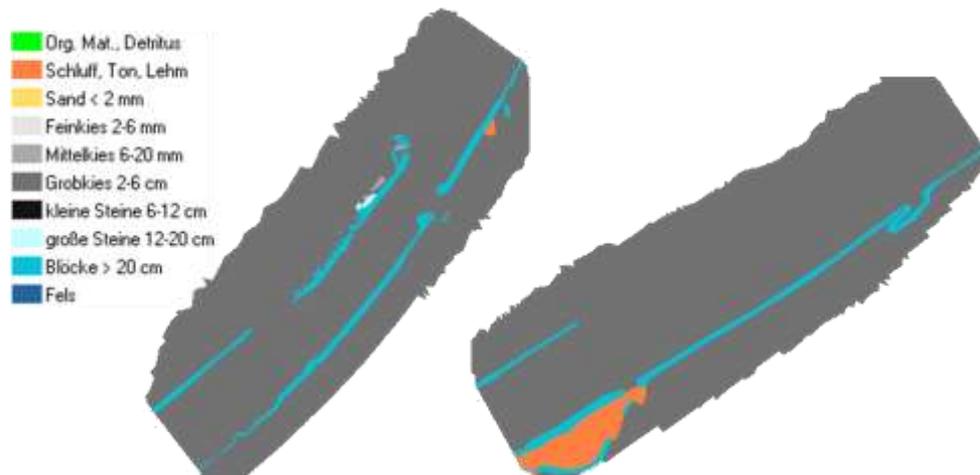


Abb. 50 Kartierte Sohlsubstrate in **US1 Dünzing** (l.) und **US2 Neustadt** (r.)

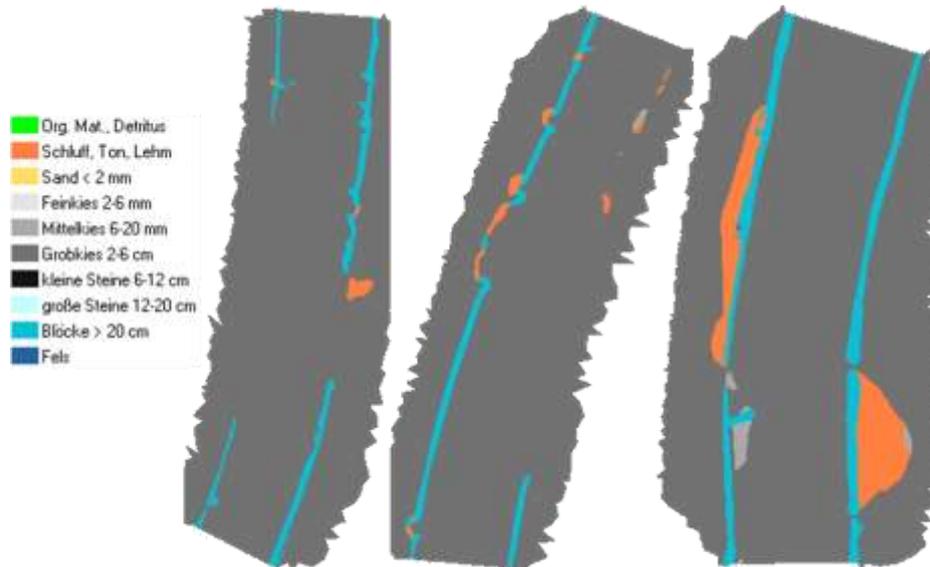


Abb. 51 Kartierte Sohlsubstrate in **US3 Irnsing** (l.), **US4 Sittling** (m.) und **US5 Eining** (r.)

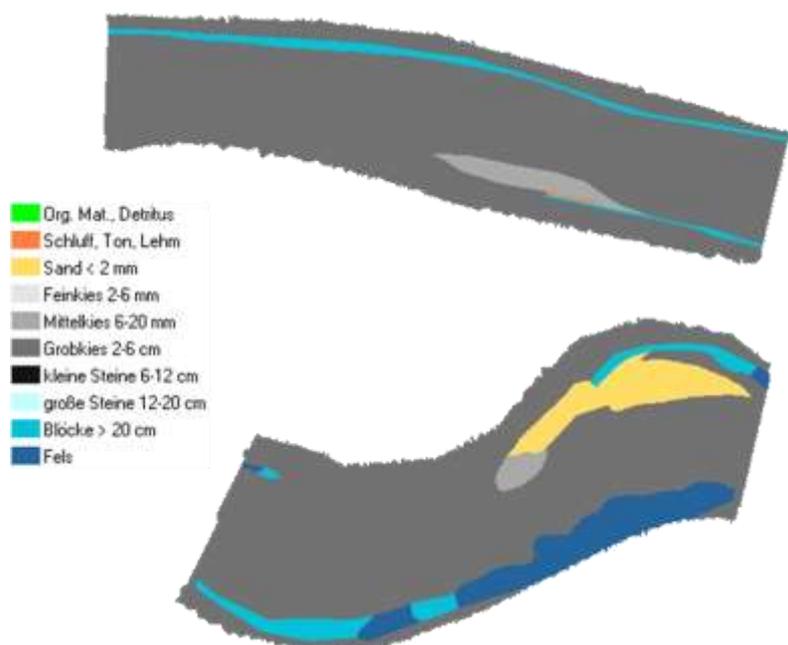


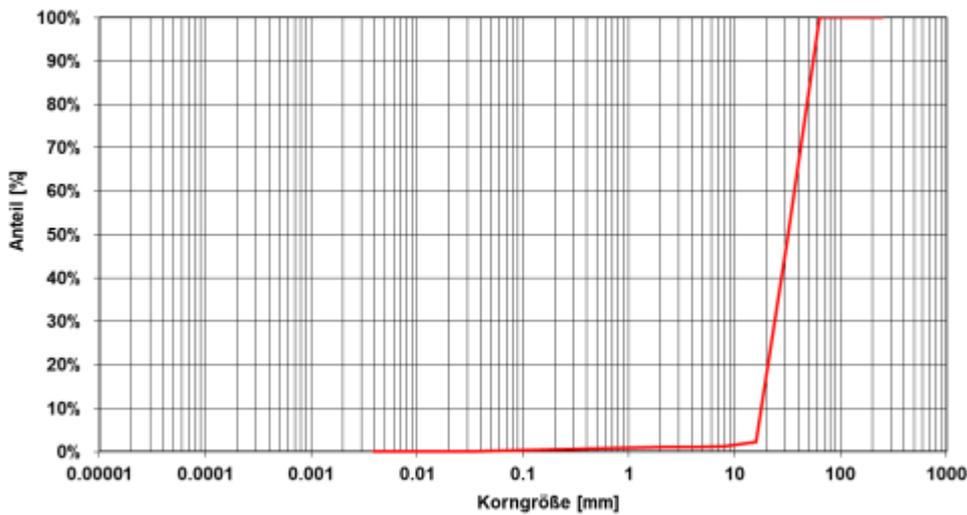
Abb. 52 Kartierte Sohlsubstrate in **US6 Staubing rechts** (o.) und **US8 Kanuinsel** (u.)

7.3 Ergebnisse der Sedimentprobenahme

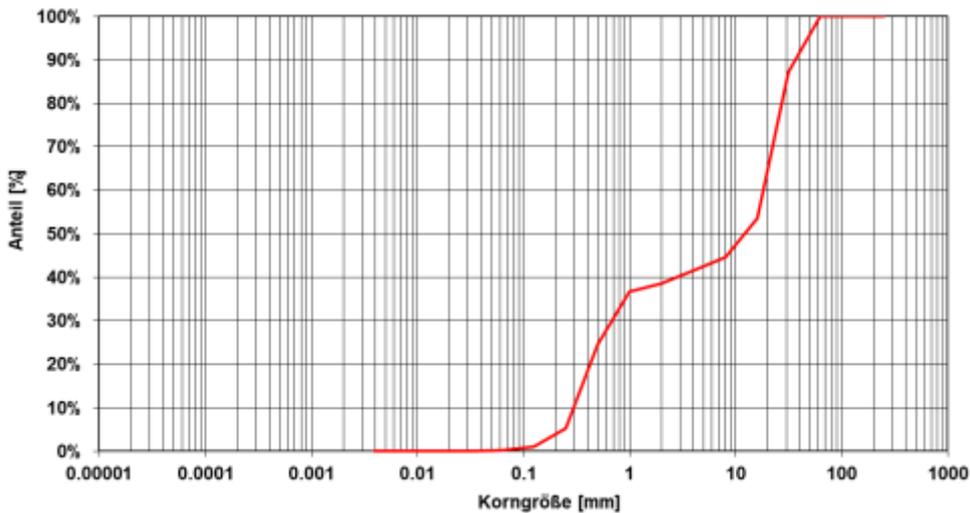
Ergebnisse der Sedimentprobenahme als Tabellen und Sieblinien. Die Probenbezeichnung richtet sich nach der beprobten Kiesbank und dem entsprechenden Probenstandort. Ungeradzahlige Standorte entsprechen der jeweiligen Deckschicht, geradzahlige Standorte der entsprechenden Unterschicht d.h. Probe 2.3 und 2.4 wurden am selben Standort in US2 Neustadt genommen, wobei 2.3 die Kornverteilung in der Deckschicht abbildet, 2.4 die Probe in der Unterschicht.

		Probe 1.1 Deckschicht				Probe 1.2 Unterschicht			
Klasse	Korngröße [mm]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	8'190.0	0.0	100.0	0.0	17'095.0	0.0	100.0
	125	0.0	8'190.0	0.0	100.0	0.0	17'095.0	0.0	100.0
	63	4'225.0	8'190.0	51.6	100.0	2'195.0	17'095.0	12.8	100.0
Kies	31,5	3'775.0	3'965.0	46.1	48.4	5'740.0	14'900.0	33.6	87.2
	16	85.0	190.0	1.0	2.3	1'525.0	9'160.0	8.9	53.6
	8	10.0	105.0	0.1	1.3	525.0	7'635.0	3.1	44.7
	4	5.0	95.0	0.1	1.2	505.0	7'110.0	3.0	41.6
	2	10.0	90.0	0.1	1.1	335.0	6'605.0	2.0	38.6
Sand	1	15.0	80.0	0.2	1.0	2'065.0	6'270.0	12.1	36.7
	0,5	20.0	65.0	0.2	0.8	3'295.0	4'205.0	19.3	24.6
	0,25	15.0	45.0	0.2	0.5	715.0	910.0	4.2	5.3
	0,125	10.0	30.0	0.1	0.4	150.0	195.0	0.9	1.1
	0,063	20.0	20.0	0.2	0.2	45.0	45.0	0.3	0.3
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1.1



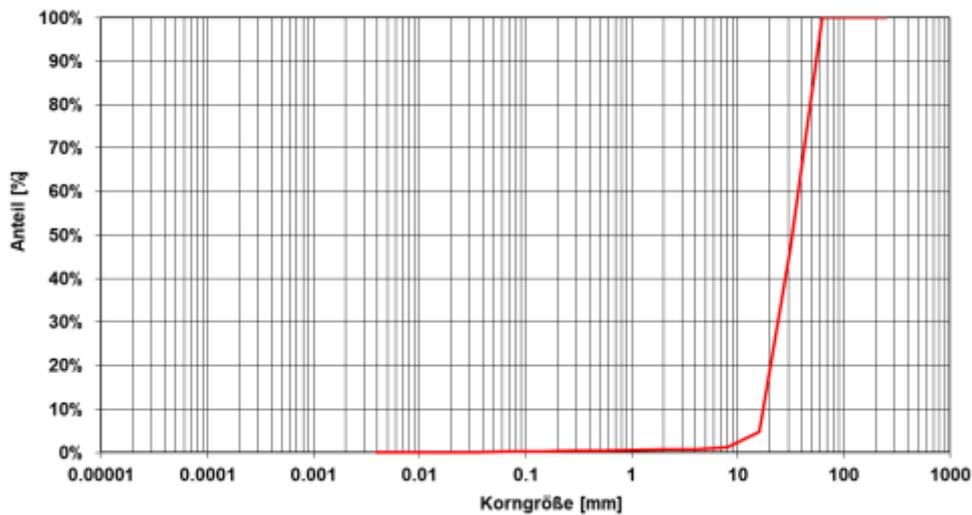
1.2



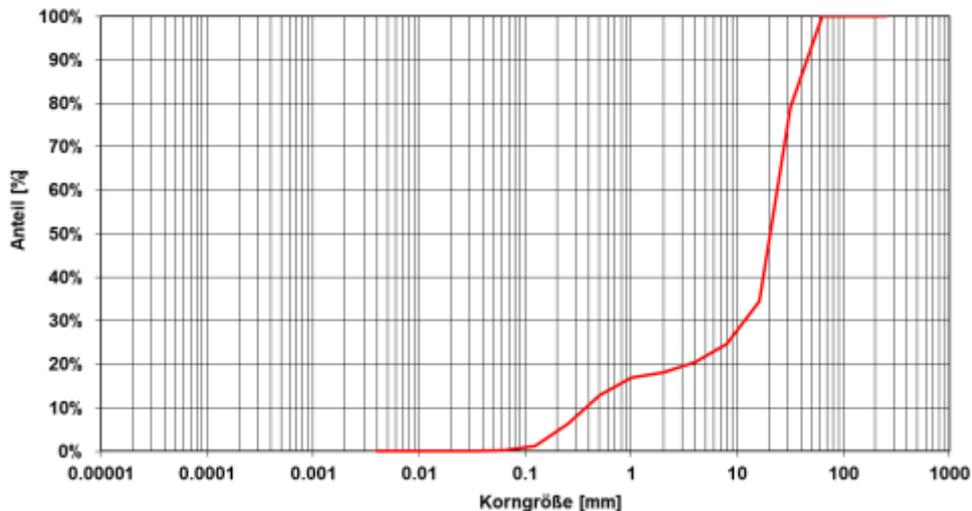
US1 Dünzing

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 1.3 Deckschicht				Probe 1.4 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	10'155.0	0.0	100.0	0.0	16'695.0	0.0	100.0
	125	0.0	10'155.0	0.0	100.0	0.0	16'695.0	0.0	100.0
	63	5'380.0	10'155.0	53.0	100.0	3'490.0	16'695.0	20.9	100.0
Kies	31,5	4'285.0	4'775.0	42.2	47.0	7'450.0	13'205.0	44.6	79.1
	16	370.0	490.0	3.6	4.8	1'625.0	5'755.0	9.7	34.5
	8	45.0	120.0	0.4	1.2	705.0	4'130.0	4.2	24.7
	4	5.0	75.0	0.0	0.7	385.0	3'425.0	2.3	20.5
	2	5.0	70.0	0.0	0.7	210.0	3'040.0	1.3	18.2
Sand	1	15.0	65.0	0.1	0.6	680.0	2'830.0	4.1	17.0
	0,5	15.0	50.0	0.1	0.5	1'100.0	2'150.0	6.6	12.9
	0,25	5.0	35.0	0.0	0.3	835.0	1'050.0	5.0	6.3
	0,125	10.0	30.0	0.1	0.3	175.0	215.0	1.0	1.3
	0,063	20.0	20.0	0.2	0.2	40.0	40.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1.3



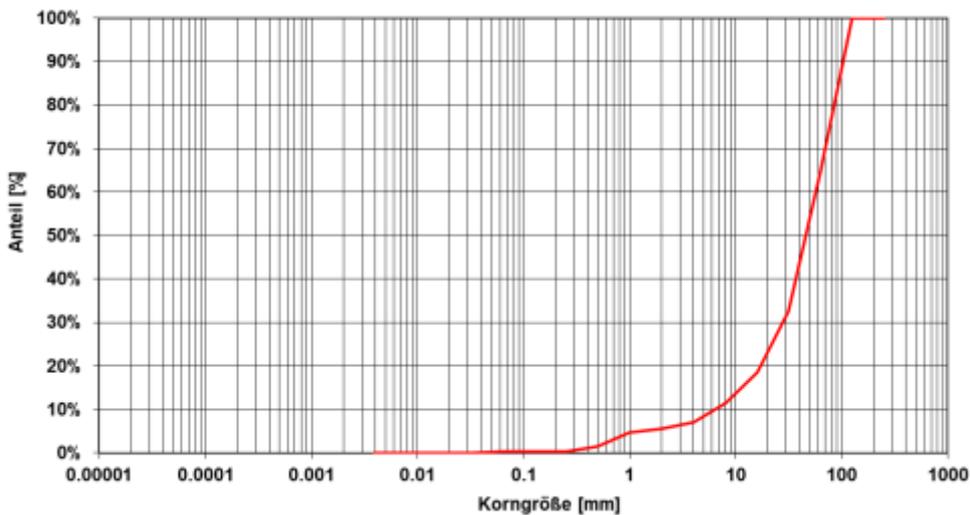
1.4



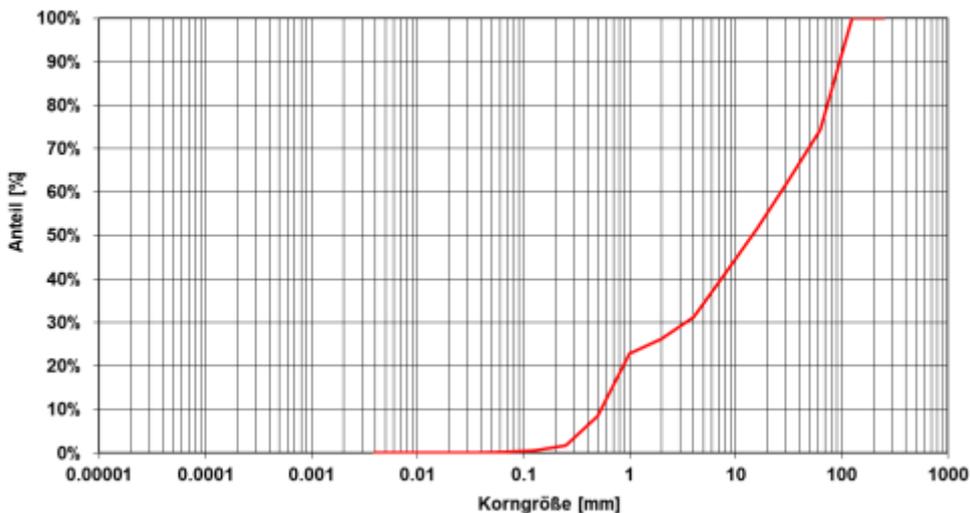
US1 Dünzing

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 1.5 Deckschicht				Probe 1.6 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	10'395.0	0.0	100.0	0.0	12'840.0	0.0	100.0
	125	3'690.0	10'395.0	35.5	100.0	3'285.0	12'840.0	25.6	100.0
	63	3'315.0	6'705.0	31.9	64.5	1'515.0	9'555.0	11.8	74.4
Kies	31,5	1'455.0	3'390.0	14.0	32.6	1'405.0	8'040.0	10.9	62.6
	16	740.0	1'935.0	7.1	18.6	1'325.0	6'635.0	10.3	51.7
	8	455.0	1'195.0	4.4	11.5	1'300.0	5'310.0	10.1	41.4
	4	165.0	740.0	1.6	7.1	640.0	4'010.0	5.0	31.2
	2	95.0	575.0	0.9	5.5	430.0	3'370.0	3.3	26.2
Sand	1	325.0	480.0	3.1	4.6	1'840.0	2'940.0	14.3	22.9
	0,5	125.0	155.0	1.2	1.5	880.0	1'100.0	6.9	8.6
	0,25	0.0	30.0	0.0	0.3	150.0	220.0	1.2	1.7
	0,125	5.0	30.0	0.0	0.3	40.0	70.0	0.3	0.5
	0,063	25.0	25.0	0.2	0.2	30.0	30.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1.5



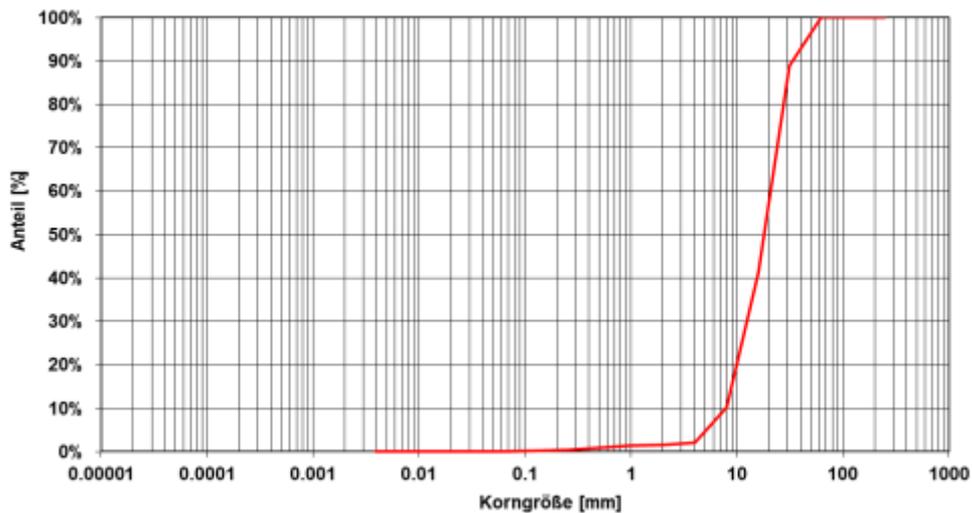
1.6



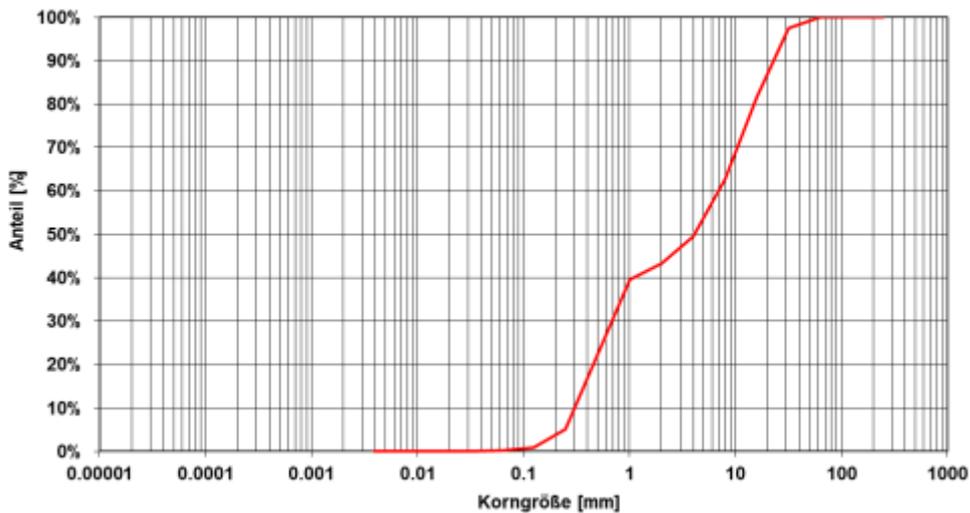
US1 Dünzing

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 1.7 Deckschicht				Probe 1.8 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	3700.0	0.0	100.0	0.0	18'035.0	0.0	100.0
	125	0.0	3'700.0	0.0	100.0	0.0	18'035.0	0.0	100.0
	63	410.0	3'700.0	11.1	100.0	440.0	18'035.0	2.4	100.0
Kies	31,5	1'765.0	3'290.0	47.7	88.9	2'885.0	17'595.0	16.0	97.6
	16	1'145.0	1'525.0	30.9	41.2	3'400.0	14'710.0	18.9	81.6
	8	300.0	380.0	8.1	10.3	2'360.0	11'310.0	13.1	62.7
	4	20.0	80.0	0.5	2.2	1'130.0	8'950.0	6.3	49.6
	2	10.0	60.0	0.3	1.6	695.0	7'820.0	3.9	43.4
Sand	1	15.0	50.0	0.4	1.4	3'060.0	7'125.0	17.0	39.5
	0,5	20.0	35.0	0.5	0.9	3'150.0	4'065.0	17.5	22.5
	0,25	5.0	15.0	0.1	0.4	745.0	915.0	4.1	5.1
	0,125	5.0	10.0	0.1	0.3	120.0	170.0	0.7	0.9
	0,063	5.0	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	0.3	0.3
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

1.7



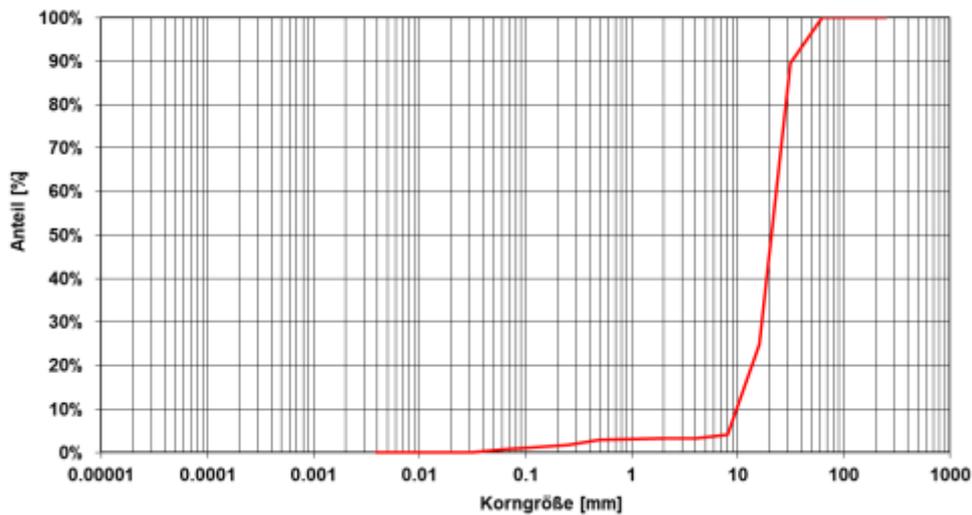
1.8



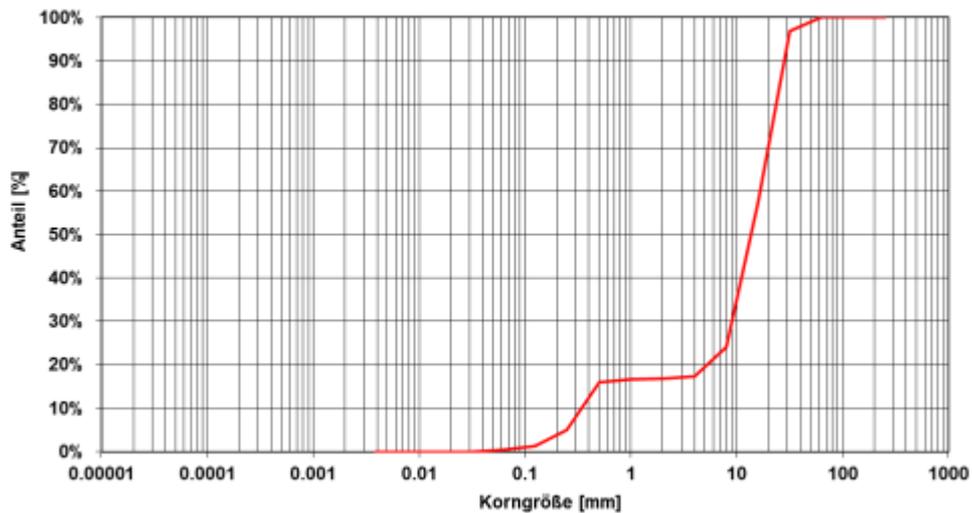
US1 Dünzing

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 2.1 Deckschicht				Probe 2.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	5'745.0	0.0	100.0	0.0	27'180.0	0.0	100.0
	125	0.0	5'745.0	0.0	100.0	0.0	27'180.0	0.0	100.0
	63	600.0	5'745.0	10.4	100.0	845.0	27'180.0	3.1	100.0
Kies	31,5	3'715.0	5'145.0	64.7	89.6	10'760.0	26'335.0	39.6	96.9
	16	1'190.0	1'430.0	20.7	24.9	9'020.0	15'575.0	33.2	57.3
	8	55.0	240.0	1.0	4.2	1825.0	6'555.0	6.7	24.1
	4	0.0	185.0	0.0	3.2	140.0	4'730.0	0.5	17.4
	2	5.0	185.0	0.1	3.2	55.0	4'590.0	0.2	16.9
Sand	1	15.0	180.0	0.3	3.1	210.0	4'535.0	0.8	16.7
	0,5	60.0	165.0	1.0	2.9	2'955.0	4'325.0	10.9	15.9
	0,25	35.0	105.0	0.6	1.8	1'040.0	1'370.0	3.8	5.0
	0,125	25.0	70.0	0.4	1.2	210.0	330.0	0.8	1.2
	0,063	45.0	45.0	0.8	0.8	120.0	120.0	0.4	0.4
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2.1



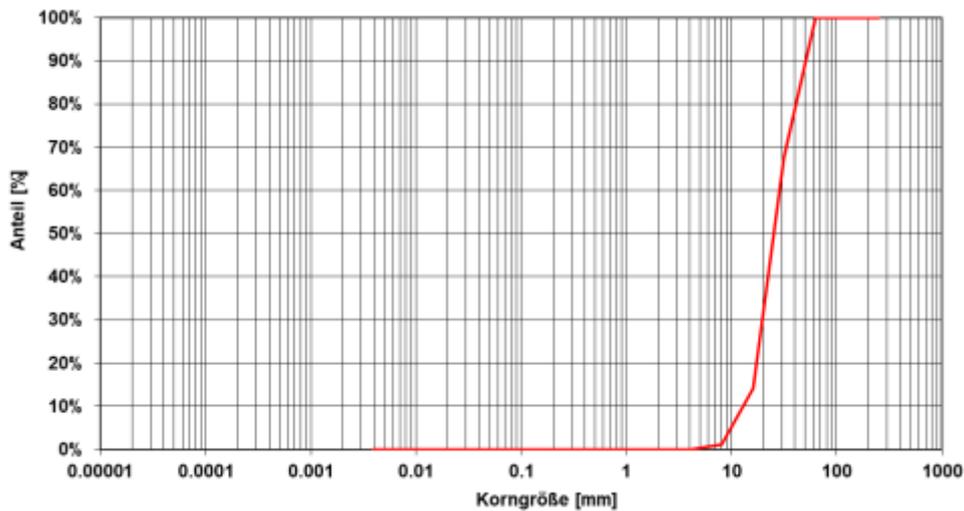
2.2



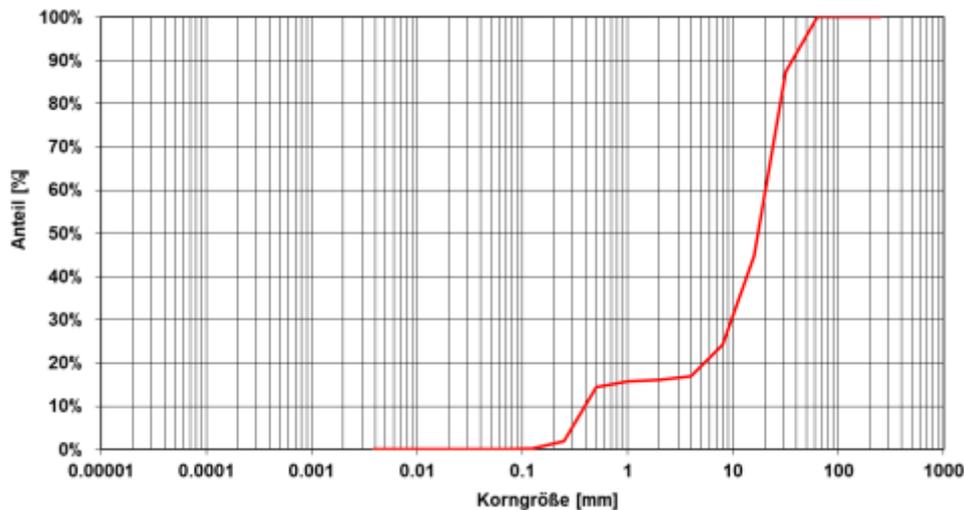
US2 Neustadt

		Probe 2.3 Deckschicht				Probe 2.4 Unterschicht			
Klasse	Korngröße [mm]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	6'585.0	0.0	100.0	0.0	24'680.0	0.0	100.0
	125	0.0	6'585.0	0.0	100.0	0.0	24'680.0	0.0	100.0
	63	2'130.0	6'585.0	32.3	100.0	3'105.0	24'680.0	12.6	100.0
Kies	31,5	3'525.0	4'455.0	53.5	67.7	10'535.0	21'575.0	42.7	87.4
	16	850.0	930.0	12.9	14.1	5'055.0	11'040.0	20.5	44.7
	8	80.0	80.0	1.2	1.2	1'795.0	5'985.0	7.3	24.3
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	205.0	4'190.0	0.8	17.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	110.0	3'985.0	0.4	16.1
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	310.0	3'875.0	1.3	15.7
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	3'075.0	3'565.0	12.5	14.4
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	430.0	490.0	1.7	2.0
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	60.0	0.2	0.2
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	0.1	0.1
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2.3



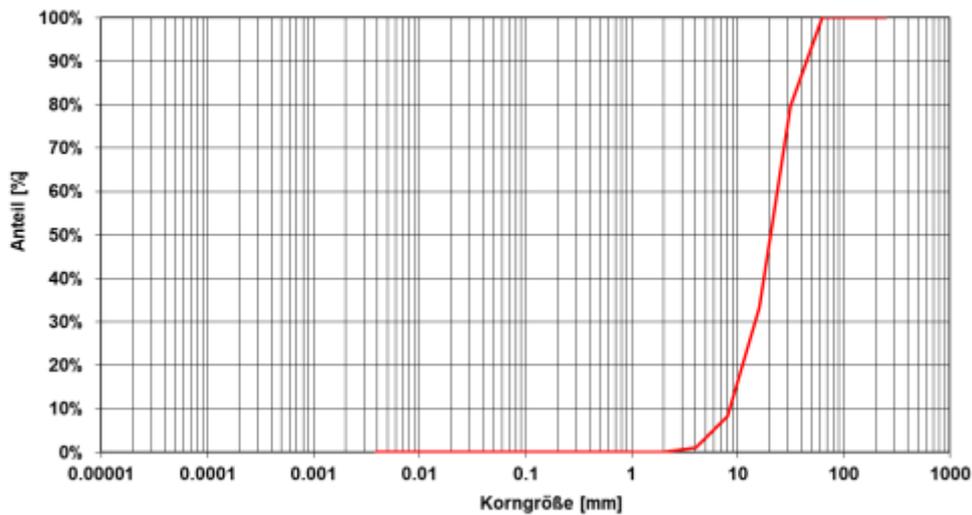
2.4



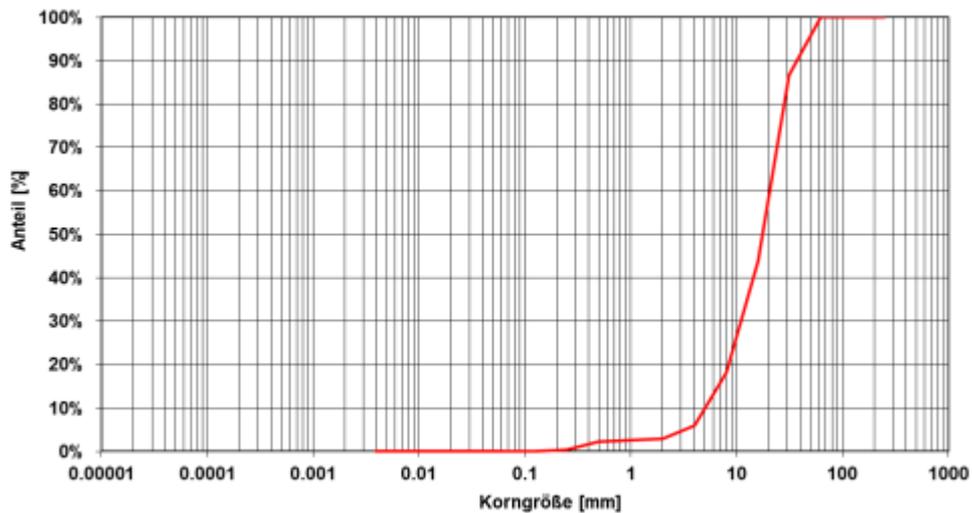
US2 Neustadt

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 2.5 Deckschicht				Probe 2.6 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	8'205.0	0.0	100.0	0.0	10'900.0	0.0	100.0
	125	0.0	8'205.0	0.0	100.0	0.0	10'900.0	0.0	100.0
	63	1'675.0	8'205.0	20.4	100.0	1'445.0	10'900.0	13.3	100.0
Kies	31,5	3'800.0	6'530.0	46.3	79.6	4'680.0	9'455.0	42.9	86.7
	16	2'050.0	2'730.0	25.0	33.3	2'790.0	4'775.0	25.6	43.8
	8	585.0	680.0	7.1	8.3	1'330.0	1'985.0	12.2	18.2
	4	95.0	95.0	1.2	1.2	330.0	655.0	3.0	6.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	325.0	0.3	3.0
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	290.0	0.3	2.7
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	210.0	255.0	1.9	2.3
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	45.0	0.4	0.4
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

2.5



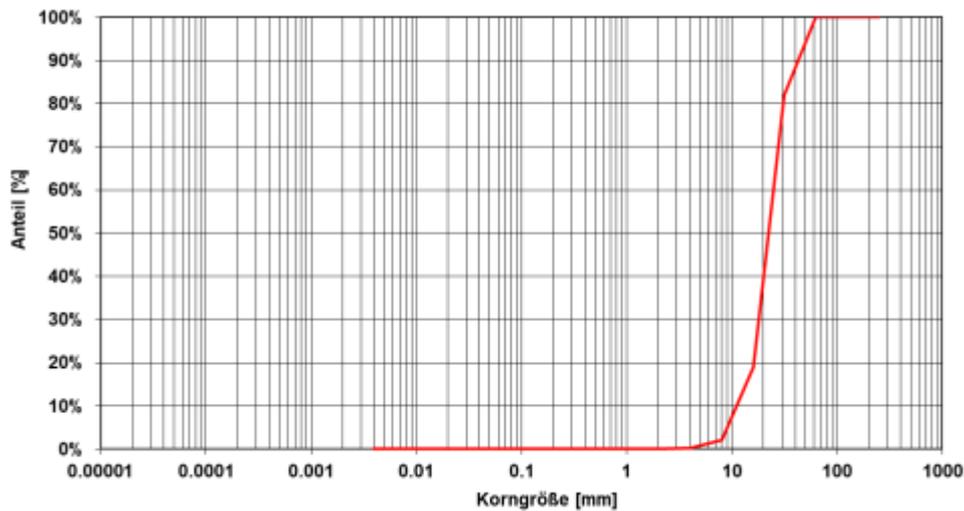
2.6



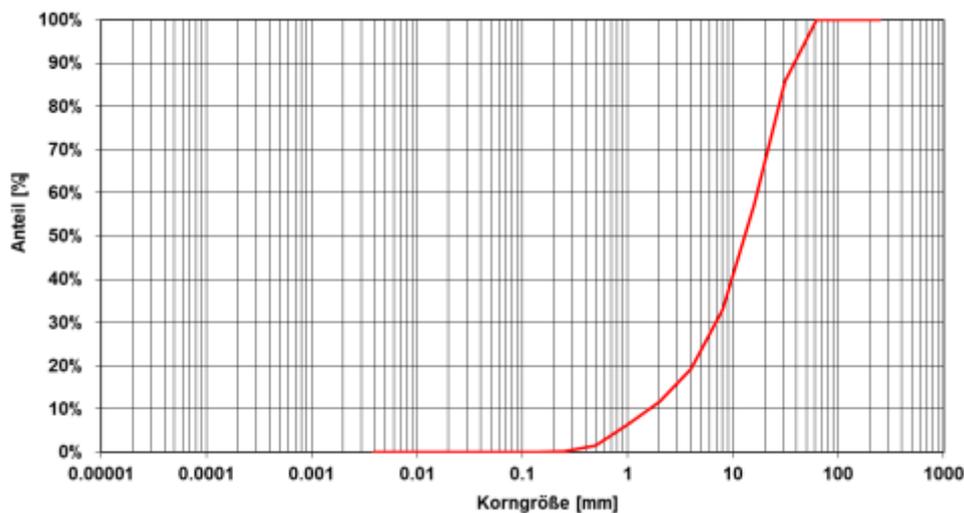
US2 Neustadt

Klasse	Korn-größe [mm]	Probe 3.1 Deckschicht				Probe 3.2 Unterschicht			
		Masse-anteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masse-anteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	7'670.0	0.0	100.0	0.0	23'580.0	0.0	100.0
	125	0.0	7'670.0	0.0	100.0	0.0	23'580.0	0.0	100.0
	63	1'385.0	7'670.0	18.1	100.0	3'345.0	23'580.0	14.2	100.0
Kies	31,5	4'825.0	6'285.0	62.9	81.9	6'740.0	20'235.0	28.6	85.8
	16	1'295.0	1'460.0	16.9	19.0	5'730.0	13'495.0	24.3	57.2
	8	145.0	165.0	1.9	2.2	3'230.0	7'765.0	13.7	32.9
	4	10.0	20.0	0.1	0.3	1'785.0	4'535.0	7.6	19.2
	2	5.0	10.0	0.1	0.1	1'250.0	2'750.0	5.3	11.7
Sand	1	0.0	5.0	0.0	0.1	1'145.0	1'500.0	4.9	6.4
	0,5	0.0	5.0	0.0	0.1	320.0	355.0	1.4	1.5
	0,25	0.0	5.0	0.0	0.1	20.0	35.0	0.1	0.1
	0,125	0.0	5.0	0.0	0.1	5.0	15.0	0.0	0.1
	0,063	5.0	5.0	0.1	0.1	10.0	10.0	0.0	0.0
Grob-schluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

3.1



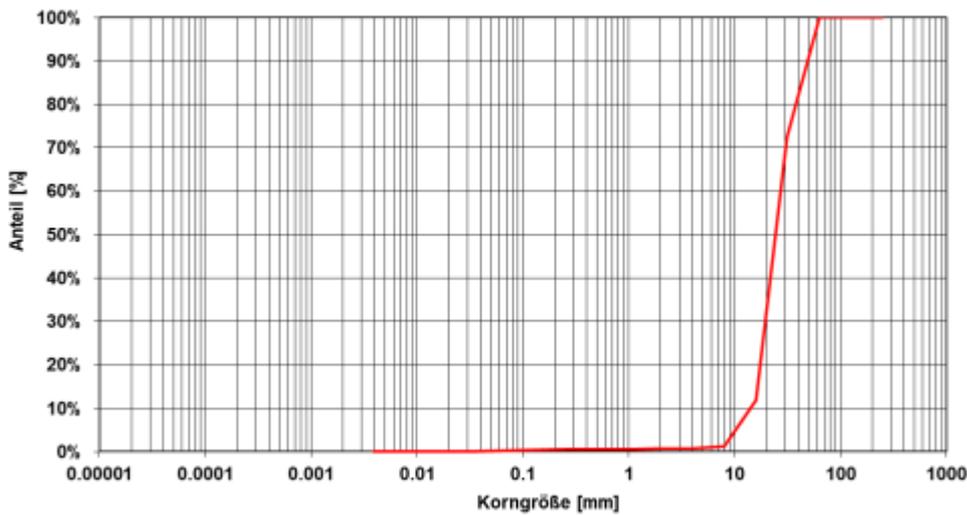
3.2



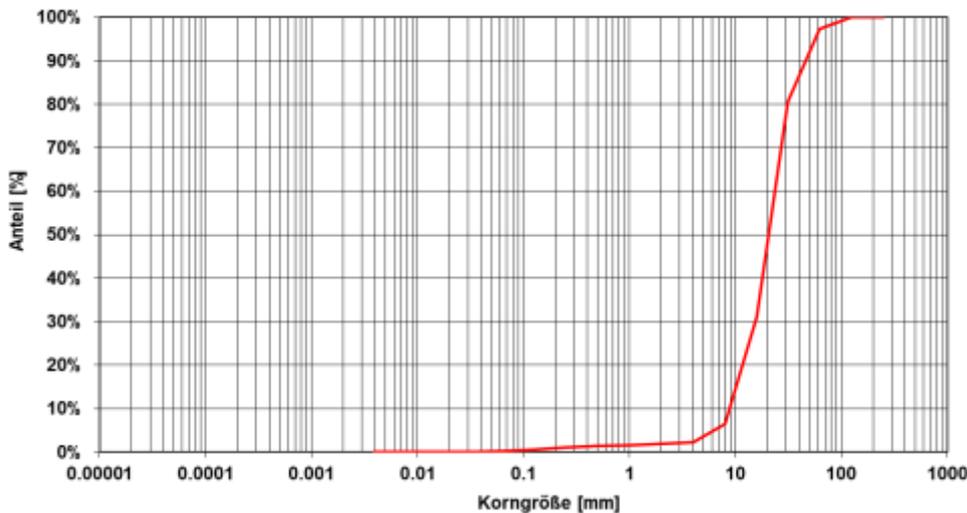
US3 Irsning

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 4.1 Deckschicht				Probe 4.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	9'580.0	0.0	100.0	0.0	23'110.0	0.0	100.0
	125	0.0	9'580.0	0.0	100.0	640.0	23'110.0	2.8	100.0
	63	2'635.0	9'580.0	27.5	100.0	3'860.0	22'470.0	16.7	97.2
Kies	31,5	5'805.0	6'945.0	60.6	72.5	11'415.0	18'610.0	49.4	80.5
	16	1'015.0	1140.0	10.6	11.9	5'720.0	7'195.0	24.8	31.1
	8	55.0	125.0	0.6	1.3	965.0	1'475.0	4.2	6.4
	4	5.0	70.0	0.1	0.7	85.0	510.0	0.4	2.2
	2	10.0	65.0	0.1	0.7	65.0	425.0	0.3	1.8
Sand	1	0.0	55.0	0.0	0.6	45.0	360.0	0.2	1.6
	0,5	5.0	55.0	0.1	0.6	85.0	315.0	0.4	1.4
	0,25	5.0	50.0	0.1	0.5	115.0	230.0	0.5	1.0
	0,125	15.0	45.0	0.2	0.5	50.0	115.0	0.2	0.5
	0,063	30.0	30.0	0.3	0.3	65.0	65.0	0.3	0.3
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.1



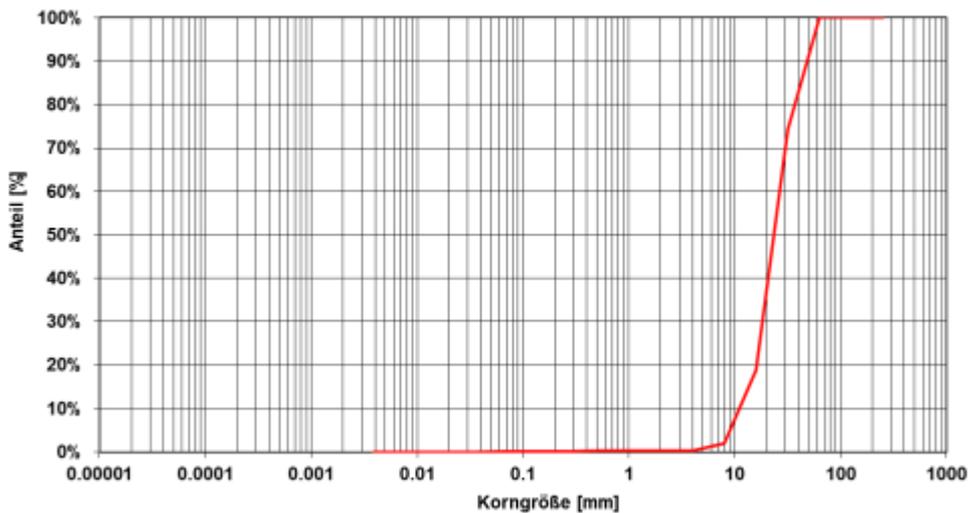
4.2



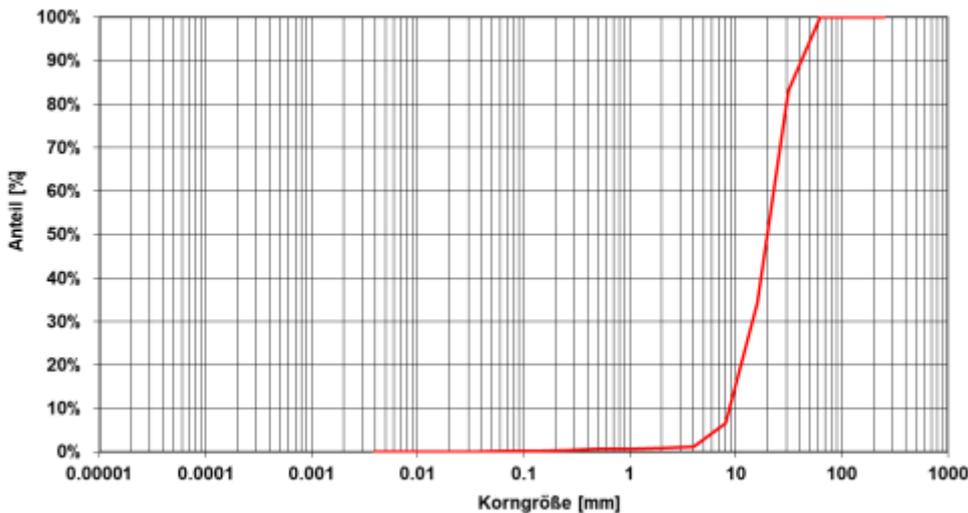
US4 Sittling

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 4.3 Deckschicht				Probe 4.4 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	5'485.0	0.0	100.0	0.0	18'710.0	0.0	100.0
	125	0.0	5'485.0	0.0	100.0	0.0	18'710.0	0.0	100.0
	63	1'415.0	5'485.0	25.8	100.0	3'175.0	18'710.0	17.0	100.0
Kies	31,5	3'040.0	4'070.0	55.4	74.2	9'120.0	15'535.0	48.7	83.0
	16	925.0	1'030.0	16.9	18.8	5'175.0	6'415.0	27.7	34.3
	8	95.0	105.0	1.7	1.9	1'010.0	1'240.0	5.4	6.6
	4	0.0	10.0	0.0	0.2	60.0	230.0	0.3	1.2
	2	0.0	10.0	0.0	0.2	40.0	170.0	0.2	0.9
Sand	1	0.0	10.0	0.0	0.2	10.0	130.0	0.1	0.7
	0,5	5.0	10.0	0.1	0.2	40.0	120.0	0.2	0.6
	0,25	0.0	5.0	0.0	0.1	40.0	80.0	0.2	0.4
	0,125	0.0	5.0	0.0	0.1	15.0	40.0	0.1	0.2
	0,063	5.0	5.0	0.1	0.1	25.0	25.0	0.1	0.1
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.3



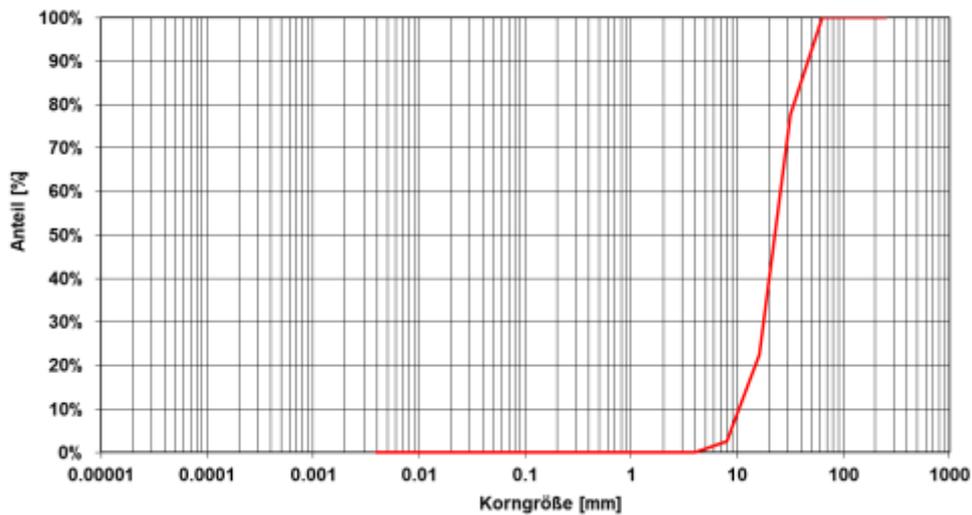
4.4



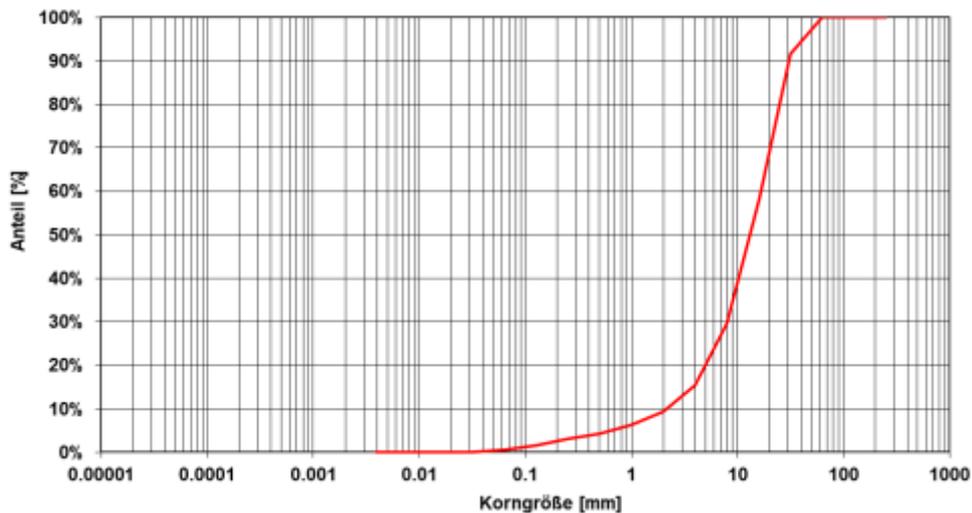
US4 Sittling

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 5.1 Deckschicht				Probe 5.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	4'585.0	0.0	100.0	0.0	17'810.0	0.0	100.0
	125	0.0	4'585.0	0.0	100.0	0.0	17'810.0	0.0	100.0
	63	1'020.0	4'585.0	22.2	100.0	1'500.0	17'810.0	8.4	100.0
Kies	31,5	2'535.0	3'565.0	55.3	77.8	5'915.0	16'310.0	33.2	91.6
	16	910.0	1'030.0	19.8	22.5	5'105.0	10'395.0	28.7	58.4
	8	120.0	120.0	2.6	2.6	2'535.0	5'290.0	14.2	29.7
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	1'075.0	2'755.0	6.0	15.5
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	550.0	1'680.0	3.1	9.4
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	360.0	1'130.0	2.0	6.3
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	230.0	770.0	1.3	4.3
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	260.0	540.0	1.5	3.0
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	190.0	280.0	1.1	1.6
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	90.0	0.5	0.5
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.1



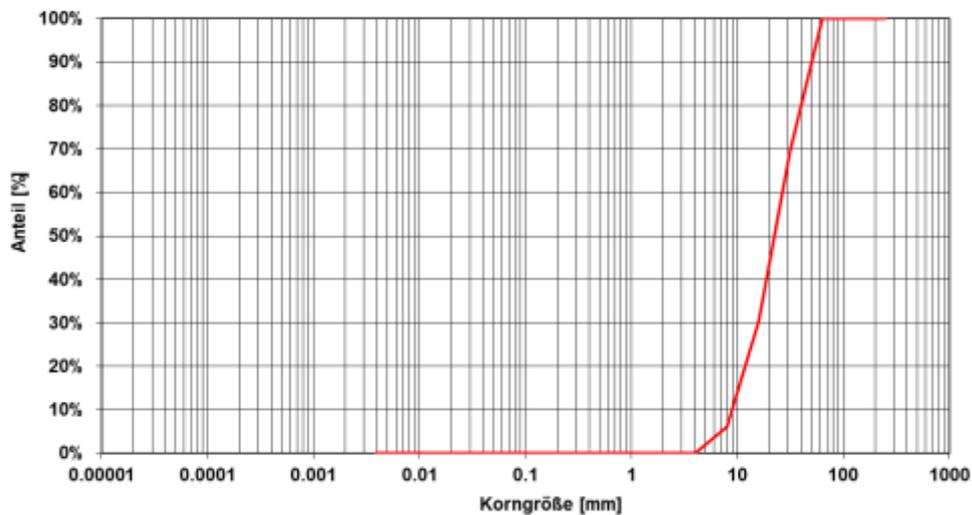
5.2



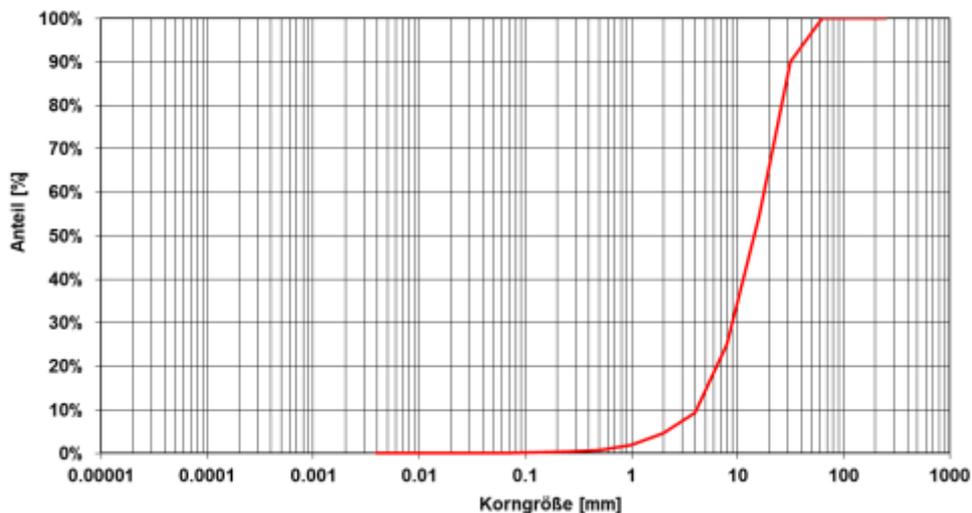
US5 Eining

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 5.3 Deckschicht				Probe 5.4 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	5'195.0	0.0	100.0	0.0	15'965.0	0.0	100.0
	125	0.0	5'195.0	0.0	100.0	0.0	15'965.0	0.0	100.0
	63	1'595.0	5'195.0	30.7	100.0	1'590.0	15'965.0	10.0	100.0
Kies	31,5	2'020.0	3'600.0	38.9	69.3	5'620.0	14'375.0	35.2	90.0
	16	1'265.0	1'580.0	24.4	30.4	4'740.0	8'755.0	29.7	54.8
	8	315.0	315.0	6.1	6.1	2'510.0	4'015.0	15.7	25.1
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	755.0	1'505.0	4.7	9.4
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	435.0	750.0	2.7	4.7
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	190.0	315.0	1.2	2.0
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	125.0	0.3	0.8
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	70.0	0.2	0.4
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	40.0	0.2	0.3
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	15.0	0.1	0.1
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.3



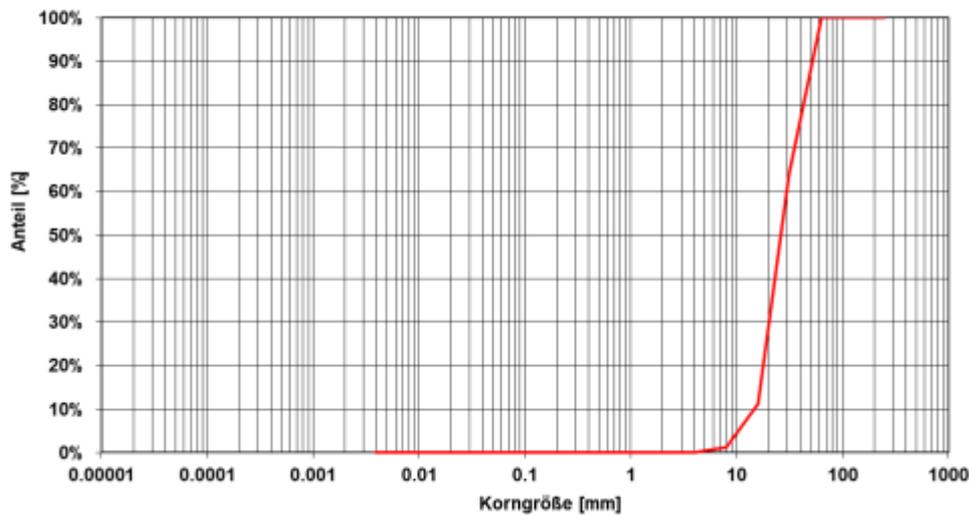
5.4



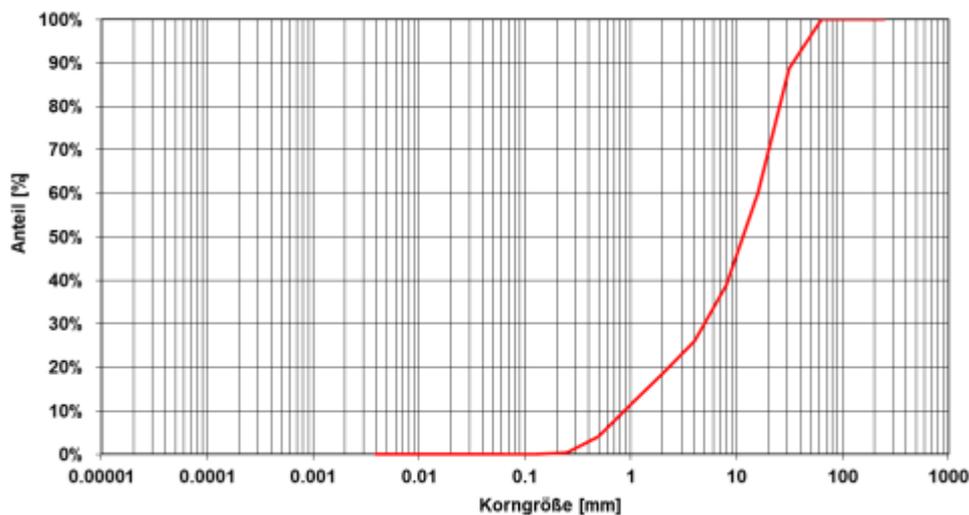
US5 Eining

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 5.5 Deckschicht				Probe 5.6 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	5'235.0	0.0	100.0	0.0	16'525.0	0.0	100.0
	125	0.0	5'235.0	0.0	100.0	0.0	16'525.0	0.0	100.0
	63	1'885.0	5'235.0	36.0	100.0	1'870.0	16'525.0	11.3	100.0
Kies	31,5	2'760.0	3'350.0	52.7	64.0	4'720.0	14'655.0	28.6	88.7
	16	525.0	590.0	10.0	11.3	3'510.0	9'935.0	21.2	60.1
	8	65.0	65.0	1.2	1.2	2'125.0	6'425.0	12.9	38.9
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	1'230.0	4'300.0	7.4	26.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	1'165.0	3'070.0	7.0	18.6
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	1'215.0	1'905.0	7.4	11.5
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	610.0	690.0	3.7	4.2
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	80.0	80.0	0.5	0.5
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

5.5



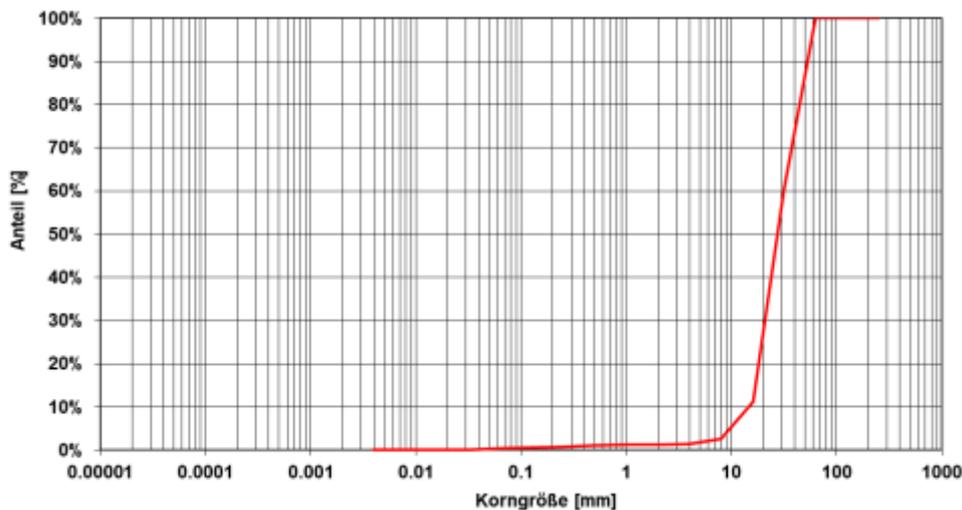
5.6



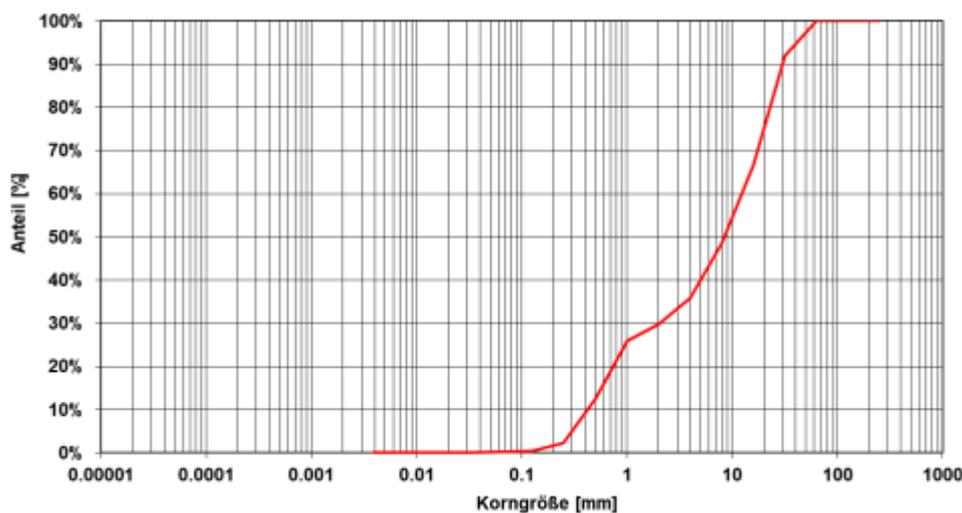
US5 Eining

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 6.1 Deckschicht				Probe 6.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	6'110.0	0.0	100.0	0.0	16'865.0	0.0	100.0
	125	0.0	6'110.0	0.0	100.0	0.0	16'865.0	0.0	100.0
	63	2'425.0	6'110.0	39.7	100.0	1'365.0	16'865.0	8.1	100.0
Kies	31,5	2'995.0	3'685.0	49.0	60.3	4'275.0	15'500.0	25.3	91.9
	16	535.0	690.0	8.8	11.3	3'030.0	11'225.0	18.0	66.6
	8	65.0	155.0	1.1	2.5	2'145.0	8'195.0	12.7	48.6
	4	10.0	90.0	0.2	1.5	1'025.0	6'050.0	6.1	35.9
	2	5.0	80.0	0.1	1.3	665.0	5'025.0	3.9	29.8
Sand	1	10.0	75.0	0.2	1.2	2'230.0	4'360.0	13.2	25.9
	0,5	15.0	65.0	0.2	1.1	1'750.0	2'130.0	10.4	12.6
	0,25	10.0	50.0	0.2	0.8	315.0	380.0	1.9	2.3
	0,125	10.0	40.0	0.2	0.7	35.0	65.0	0.2	0.4
	0,063	30.0	30.0	0.5	0.5	30.0	30.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

6.1



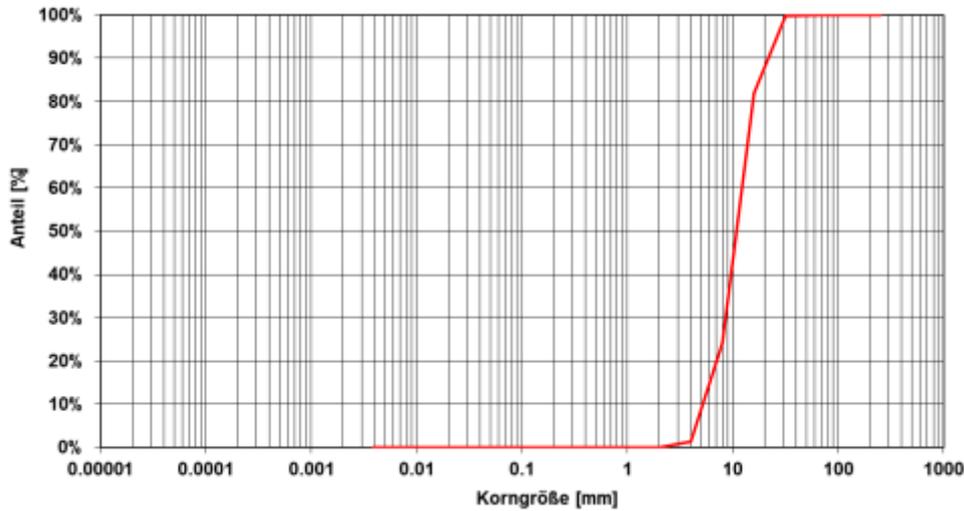
6.2



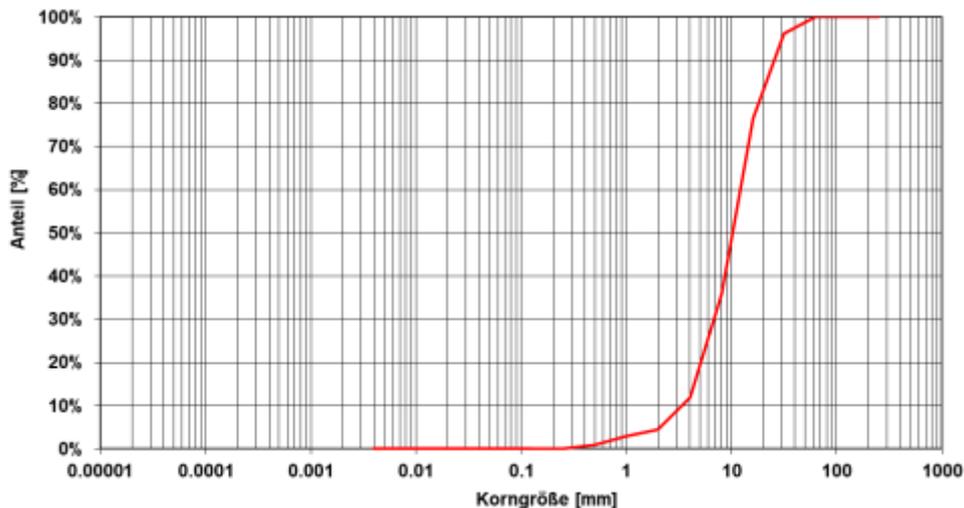
US6 Staubing rechts

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 6.3 Deckschicht				Probe 6.4 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	3'615.0	0.0	100.0	0.0	18'590.0	0.0	100.0
	125	0.0	3'615.0	0.0	100.0	0.0	18'590.0	0.0	100.0
	63	5.0	3'615.0	0.1	100.0	700.0	18'590.0	3.8	100.0
Kies	31,5	650.0	3'610.0	18.0	99.9	3'665.0	17'890.0	19.7	96.2
	16	2'085.0	2'960.0	57.7	81.9	7'545.0	14'225.0	40.6	76.5
	8	825.0	875.0	22.8	24.2	4'460.0	6'680.0	24.0	35.9
	4	50.0	50.0	1.4	1.4	1'385.0	2'220.0	7.5	11.9
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	295.0	835.0	1.6	4.5
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	355.0	540.0	1.9	2.9
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	160.0	185.0	0.9	1.0
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	25.0	0.1	0.1
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	15.0	0.0	0.1
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	0.1	0.1
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

6.3



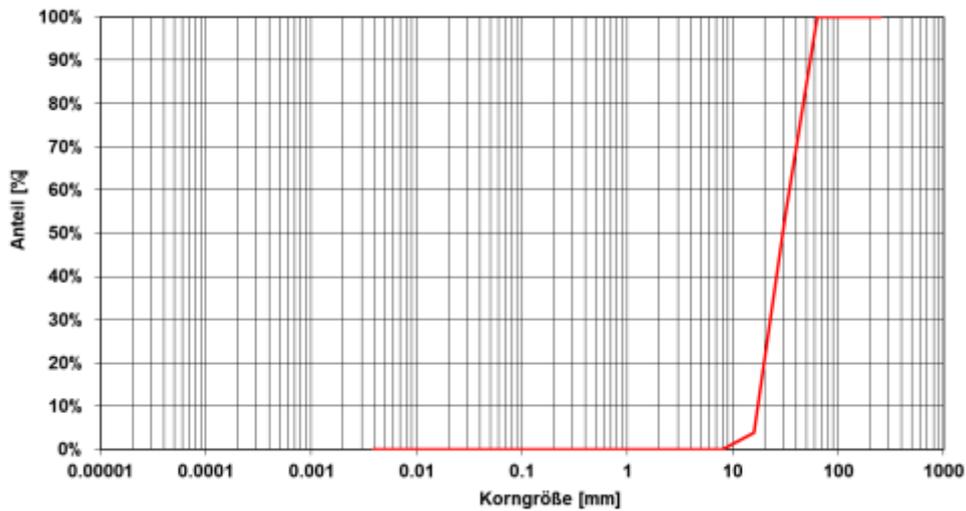
6.4



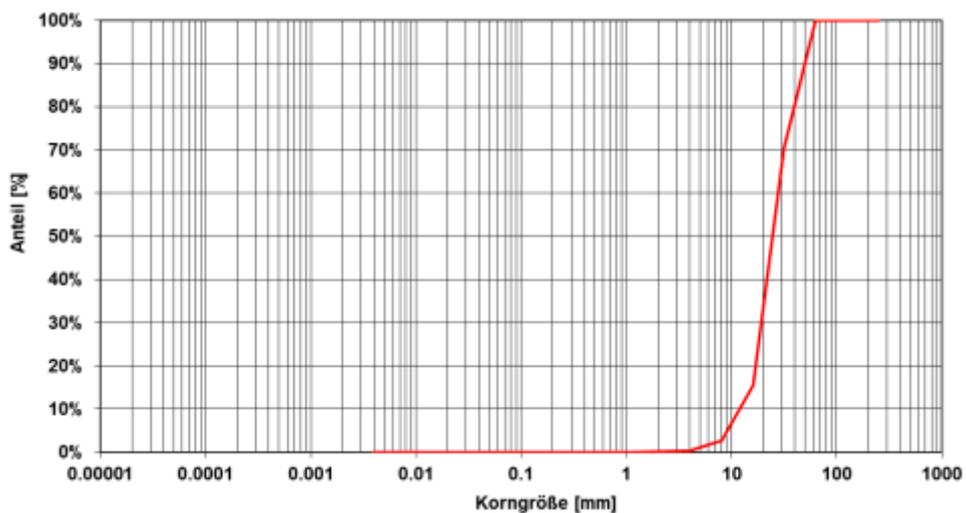
US6 Staubing rechts

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 7.1 Deckschicht				Probe 7.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	4'775.0	0.0	100.0	0.0	22'135.0	0.0	100.0
	125	0.0	4'775.0	0.0	100.0	0.0	22'135.0	0.0	100.0
	63	2'175.0	4'775.0	45.5	100.0	6'540.0	22'135.0	29.5	100.0
Kies	31,5	2'415.0	2'600.0	50.6	54.5	12'175.0	15'595.0	55.0	70.5
	16	185.0	185.0	3.9	3.9	2'835.0	3'420.0	12.8	15.5
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	510.0	585.0	2.3	2.6
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	75.0	0.2	0.3
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	25.0	0.1	0.1
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.1



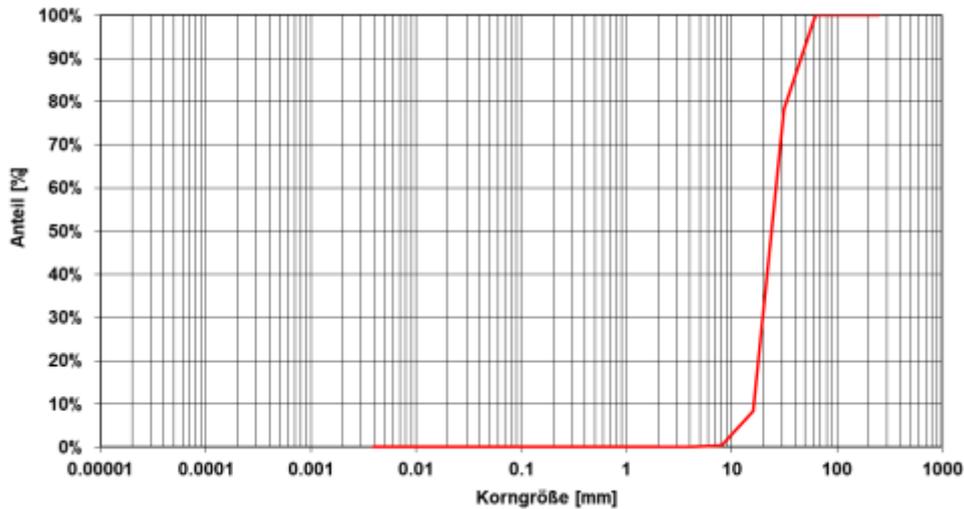
7.2



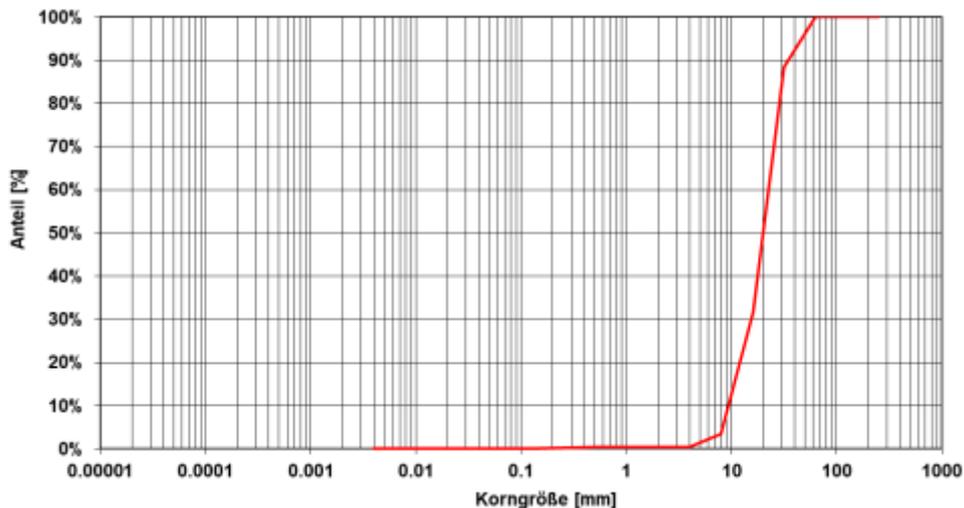
US7 Staubing links

		Probe 7.3 Deckschicht				Probe 7.4 Unterschicht			
Klasse	Korngröße [mm]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	4'180.0	0.0	100.0	0.0	17'565.0	0.0	100.0
	125	0.0	4'180.0	0.0	100.0	0.0	17'565.0	0.0	100.0
	63	910.0	4'180.0	21.8	100.0	2'035.0	17'565.0	11.6	100.0
Kies	31,5	2'920.0	3'270.0	69.9	78.2	9'970.0	15'530.0	56.8	88.4
	16	335.0	350.0	8.0	8.4	4'960.0	5'560.0	28.2	31.7
	8	15.0	15.0	0.4	0.4	520.0	600.0	3.0	3.4
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	80.0	0.1	0.5
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	0.0	0.4
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	0.0	0.4
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	70.0	0.2	0.4
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	40.0	0.1	0.2
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	15.0	0.1	0.1
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.3



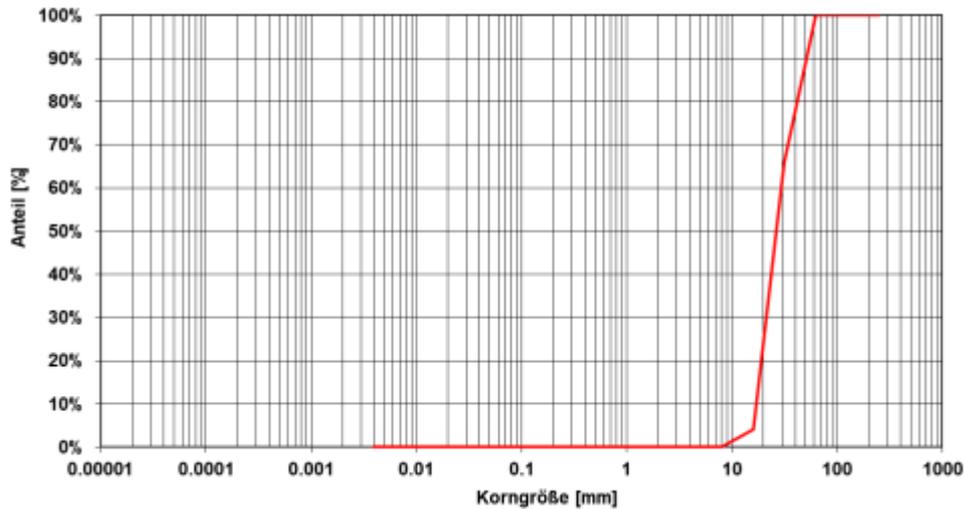
7.4



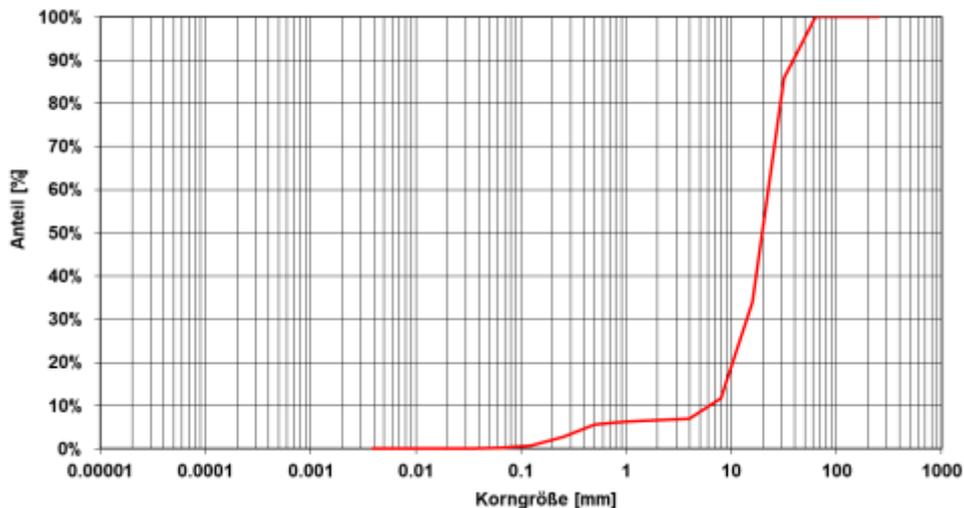
US7 Staubing links

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 7.5 Deckschicht				Probe 7.6 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	9'930.0	0.0	100.0	0.0	16'735.0	0.0	100.0
	125	0.0	9'930.0	0.0	100.0	0.0	16'735.0	0.0	100.0
	63	3'385.0	9'930.0	34.1	100.0	2'365.0	16'735.0	14.1	100.0
Kies	31,5	6'130.0	6'545.0	61.7	65.9	8'665.0	14'370.0	51.8	85.9
	16	405.0	415.0	4.1	4.2	3'735.0	5'705.0	22.3	34.1
	8	10.0	10.0	0.1	0.1	785.0	1'970.0	4.7	11.8
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	1'185.0	0.4	7.1
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	1'110.0	0.2	6.6
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	120.0	1'070.0	0.7	6.4
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	495.0	950.0	3.0	5.7
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	335.0	455.0	2.0	2.7
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	120.0	0.4	0.7
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.3	0.3
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.5



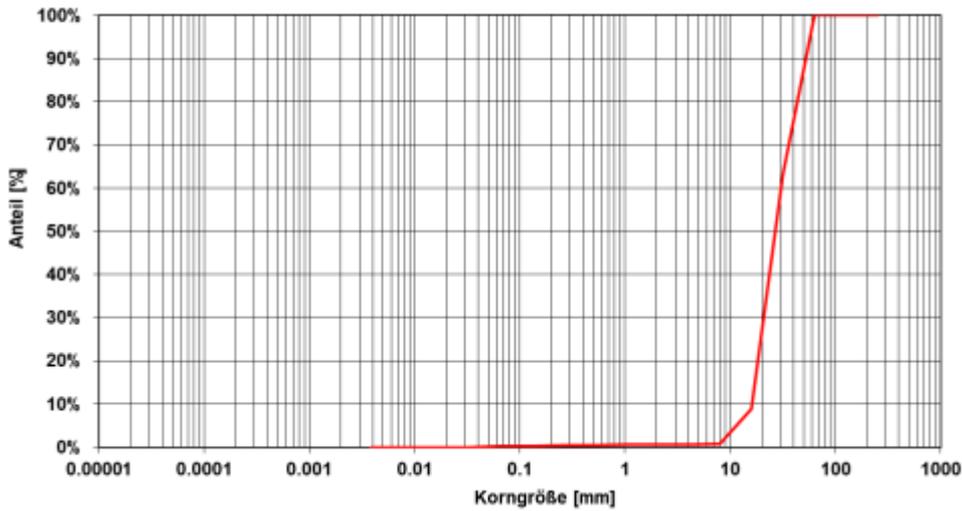
7.6



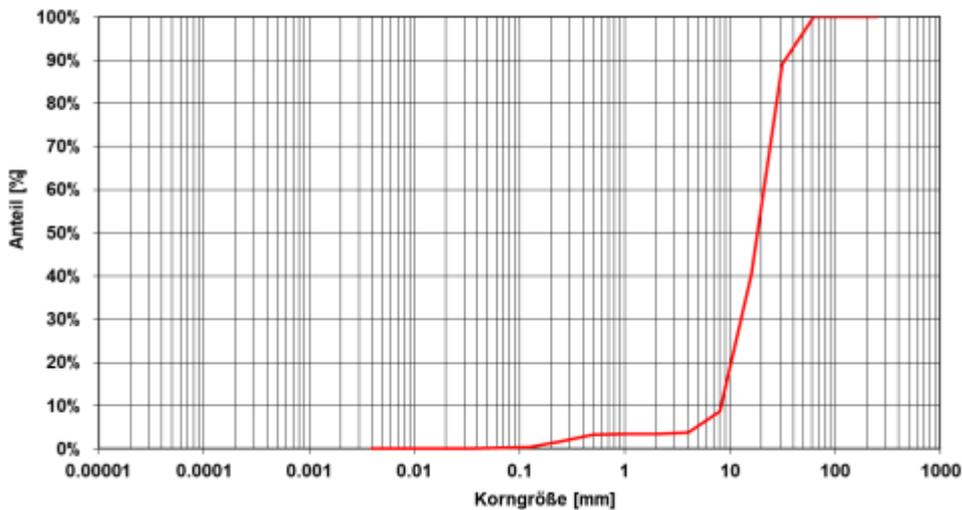
US7 Staubing links

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 7.7 Deckschicht				Probe 7.8 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	6'225.0	0.0	100.0	0.0	18'685.0	0.0	100.0
	125	0.0	6'225.0	0.0	100.0	0.0	18'685.0	0.0	100.0
	63	2'285.0	6'225.0	36.7	100.0	2'030.0	18'685.0	10.9	100.0
Kies	31,5	3'385.0	3'940.0	54.4	63.3	9'090.0	16'655.0	48.6	89.1
	16	505.0	555.0	8.1	8.9	5'950.0	7'565.0	31.8	40.5
	8	15.0	50.0	0.2	0.8	895.0	1'615.0	4.8	8.6
	4	0.0	35.0	0.0	0.6	70.0	720.0	0.4	3.9
	2	0.0	35.0	0.0	0.6	20.0	650.0	0.1	3.5
Sand	1	5.0	35.0	0.1	0.6	25.0	630.0	0.1	3.4
	0,5	5.0	30.0	0.1	0.5	270.0	605.0	1.4	3.2
	0,25	5.0	25.0	0.1	0.4	260.0	335.0	1.4	1.8
	0,125	5.0	20.0	0.1	0.3	40.0	75.0	0.2	0.4
	0,063	15.0	15.0	0.2	0.2	35.0	35.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.7



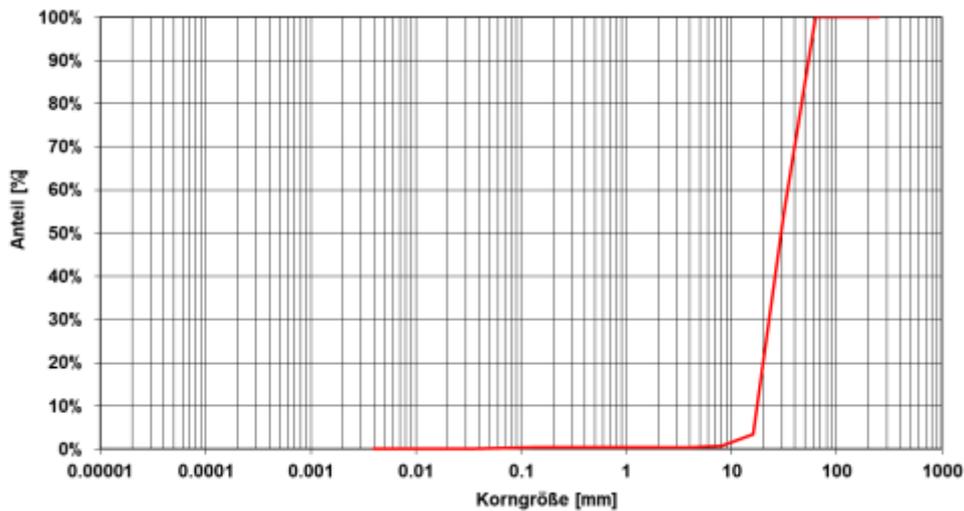
7.8



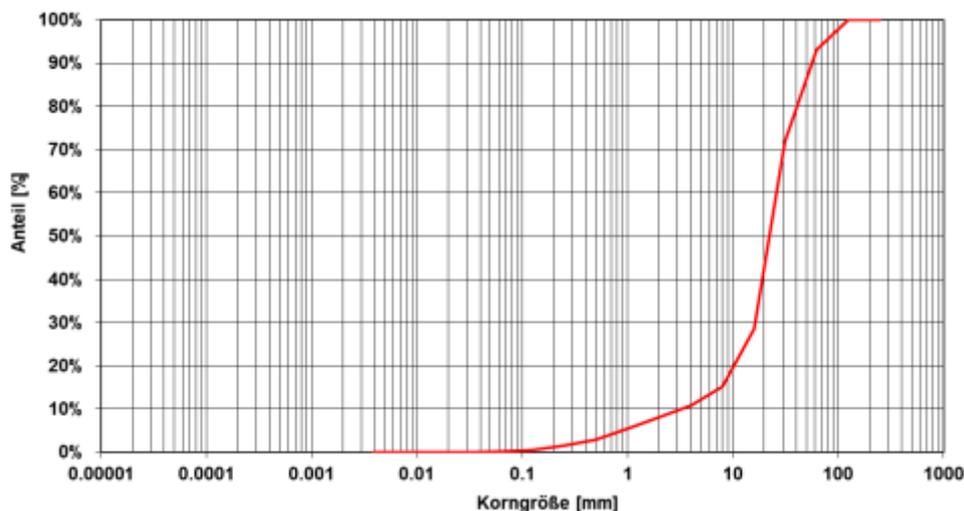
US7 Staubing links

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 7.9 Deckschicht				7.10 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	7'925.0	0.0	100.0	0.0	16'475.0	0.0	100.0
	125	0.0	7'925.0	0.0	100.0	1'140.0	16'475.0	6.9	100.0
	63	3'580.0	7'925.0	45.2	100.0	3'475.0	15'335.0	21.1	93.1
Kies	31,5	4'070.0	4'345.0	51.4	54.8	7'170.0	11'860.0	43.5	72.0
	16	220.0	275.0	2.8	3.5	2'195.0	4'690.0	13.3	28.5
	8	20.0	55.0	0.3	0.7	705.0	2'495.0	4.3	15.1
	4	0.0	35.0	0.0	0.4	445.0	1'790.0	2.7	10.9
	2	0.0	35.0	0.0	0.4	450.0	1'345.0	2.7	8.2
Sand	1	0.0	35.0	0.0	0.4	415.0	895.0	2.5	5.4
	0,5	0.0	35.0	0.0	0.4	235.0	480.0	1.4	2.9
	0,25	0.0	35.0	0.0	0.4	150.0	245.0	0.9	1.5
	0,125	10.0	35.0	0.1	0.4	55.0	95.0	0.3	0.6
	0,063	25.0	25.0	0.3	0.3	40.0	40.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.9

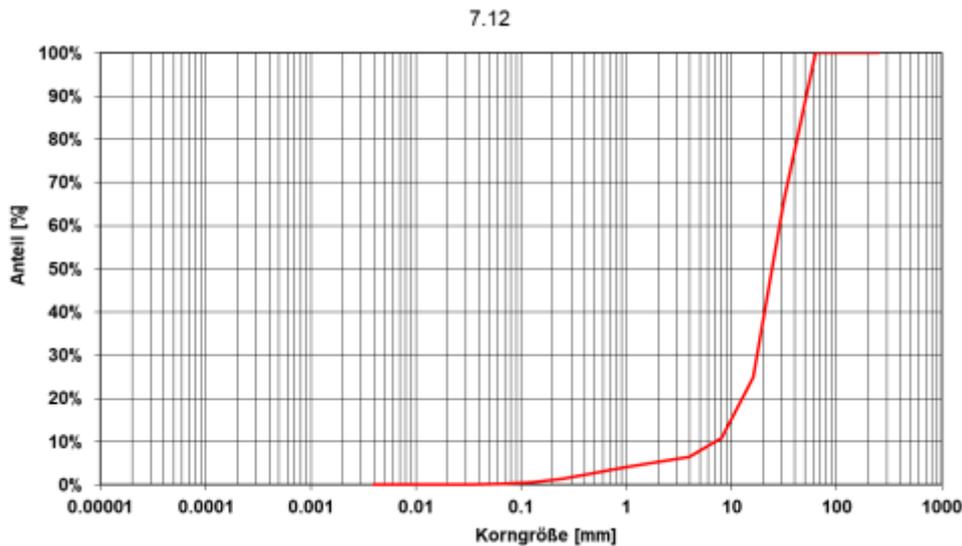
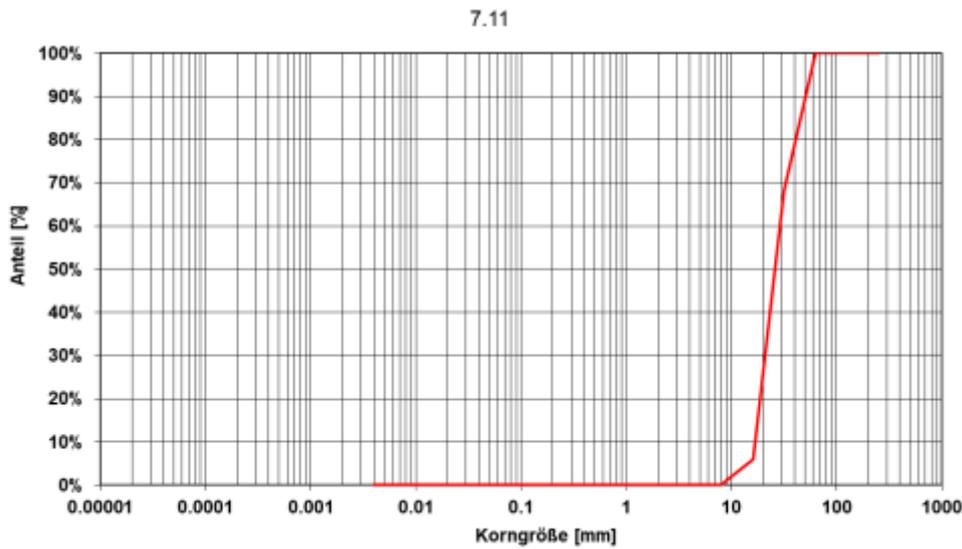


7.10



US7 Staubing links

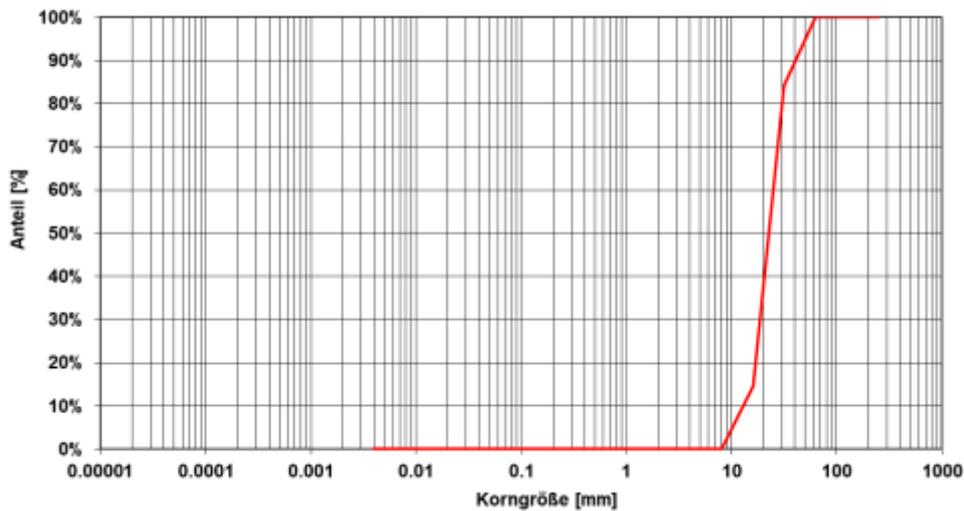
		Probe 7.11 Deckschicht				Probe 7.12 Unterschicht			
Klasse	Korngröße [mm]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	9'735.0	0.0	100.0	0.0	22'470.0	0.0	100.0
	125	0.0	9'735.0	0.0	100.0	0.0	22'470.0	0.0	100.0
	63	3'110.0	9'735.0	31.9	100.0	7'645.0	22'470.0	34.0	100.0
Kies	31,5	6'050.0	6'625.0	62.1	68.1	9'225.0	14'825.0	41.1	66.0
	16	565.0	575.0	5.8	5.9	3'140.0	5'600.0	14.0	24.9
	8	5.0	10.0	0.1	0.1	990.0	2'460.0	4.4	10.9
	4	0.0	5.0	0.0	0.1	285.0	1'470.0	1.3	6.5
	2	0.0	5.0	0.0	0.1	265.0	1'185.0	1.2	5.3
Sand	1	0.0	5.0	0.0	0.1	315.0	920.0	1.4	4.1
	0,5	0.0	5.0	0.0	0.1	300.0	605.0	1.3	2.7
	0,25	0.0	5.0	0.0	0.1	185.0	305.0	0.8	1.4
	0,125	0.0	5.0	0.0	0.1	70.0	120.0	0.3	0.5
	0,063	5.0	5.0	0.1	0.1	50.0	50.0	0.2	0.2
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



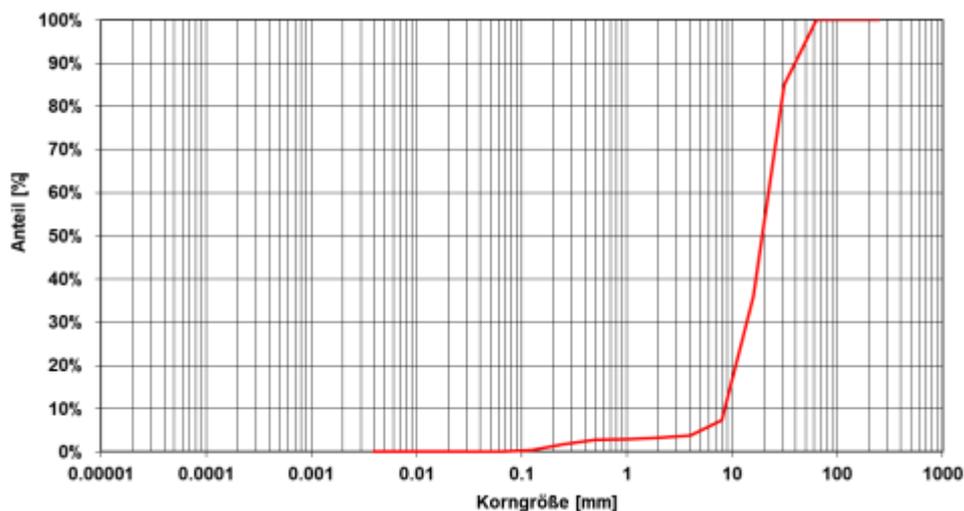
US7 Staubing links

		Probe 7.13 Deckschicht				Probe 7.14 Unterschicht			
Klasse	Korngröße [mm]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	5'045.0	0.0	100.0	0.0	17'380.0	0.0	100.0
	125	0.0	5'045.0	0.0	100.0	0.0	17'380.0	0.0	100.0
	63	800.0	5'045.0	15.9	100.0	2'610.0	17'380.0	15.0	100.0
Kies	31,5	3'510.0	4'245.0	69.6	84.1	8'505.0	14'770.0	48.9	85.0
	16	735.0	735.0	14.6	14.6	4'990.0	6'265.0	28.7	36.0
	8	0.0	0.0	0.0	0.0	630.0	1'275.0	3.6	7.3
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	85.0	645.0	0.5	3.7
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	560.0	0.2	3.2
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	40.0	520.0	0.2	3.0
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	175.0	480.0	1.0	2.8
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	230.0	305.0	1.3	1.8
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	75.0	0.3	0.4
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	25.0	0.1	0.1
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

7.13



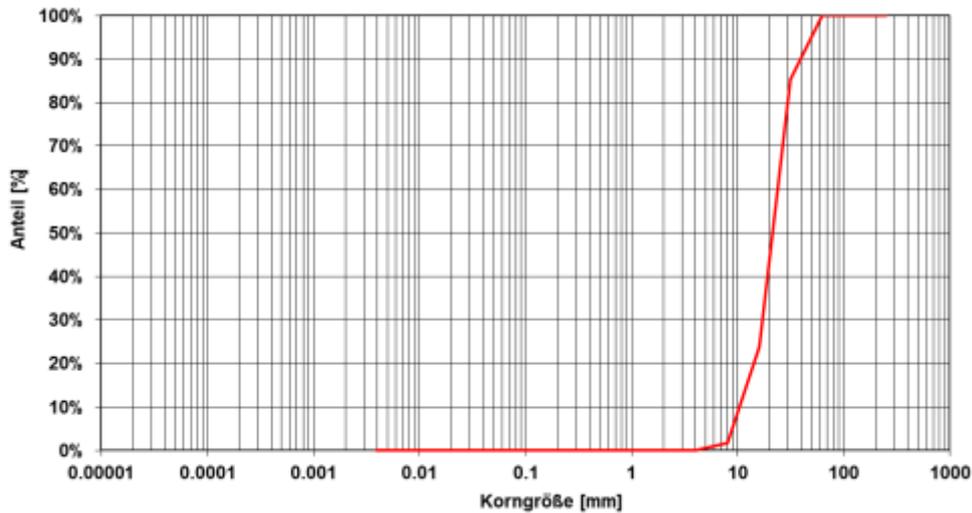
7.14



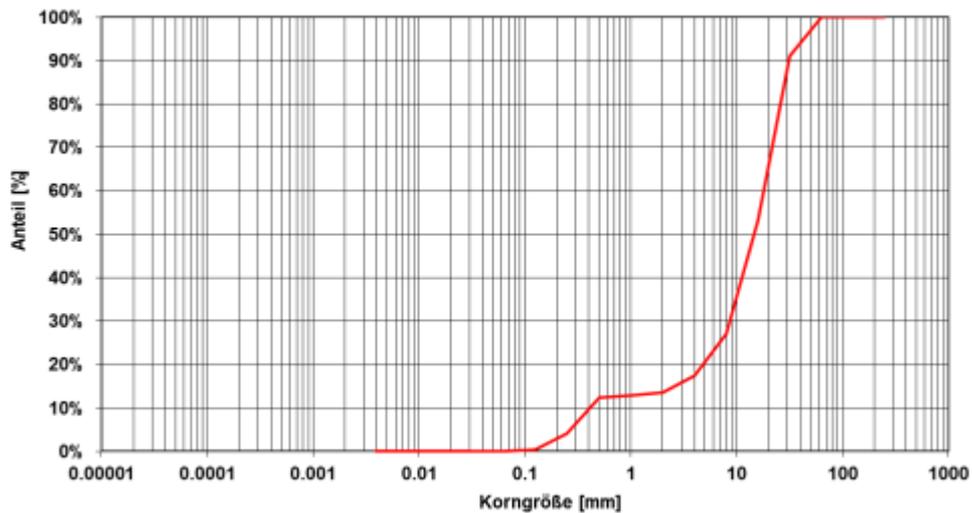
US7 Staubing links

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 8.1 Deckschicht				Probe 8.2 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	4'990.0	0.0	100.0	0.0	13'040.0	0.0	100.0
	125	0.0	4'990.0	0.0	100.0	0.0	13'040.0	0.0	100.0
	63	735.0	4'990.0	14.7	100.0	1'170.0	13'040.0	9.0	100.0
Kies	31,5	3'060.0	4'255.0	61.3	85.3	4'930.0	11'870.0	37.8	91.0
	16	1'105.0	1'195.0	22.1	23.9	3'415.0	6'940.0	26.2	53.2
	8	90.0	90.0	1.8	1.8	1'240.0	3'525.0	9.5	27.0
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	505.0	2'285.0	3.9	17.5
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	1'780.0	0.7	13.7
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	1'690.0	0.6	13.0
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	1'075.0	1'615.0	8.2	12.4
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	490.0	540.0	3.8	4.1
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	50.0	50.0	0.4	0.4
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

8.1



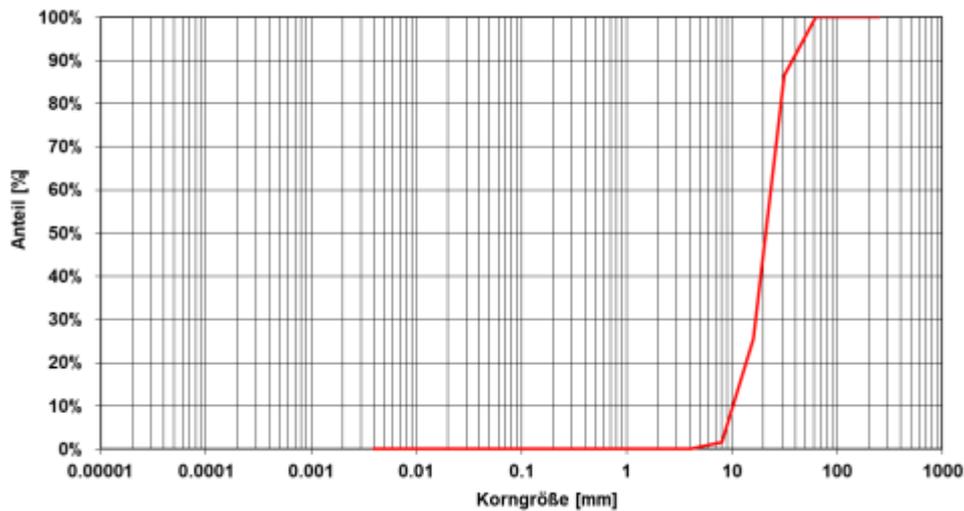
8.2



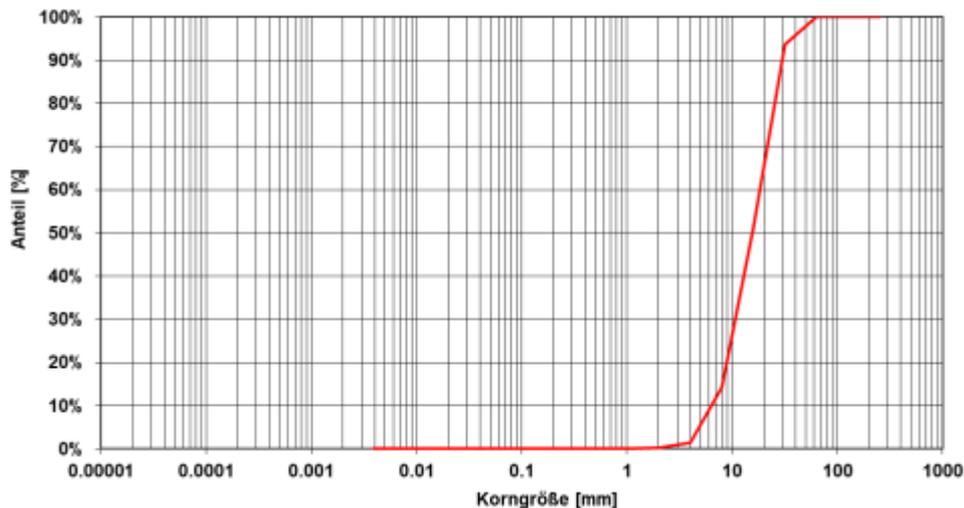
US8 Kanuinsel

Klasse	Korngröße [mm]	Probe 8.3 Deckschicht				Probe 8.4 Unterschicht			
		Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]	Masseanteil [g]	Kumulierter Masseanteil [g]	Anteil [%]	Kumulierter Anteil [%]
Steine	250	0.0	6'685.0	0.0	100.0	0.0	23'055.0	0.0	100.0
	125	0.0	6'685.0	0.0	100.0	0.0	23'055.0	0.0	100.0
	63	895.0	6'685.0	13.4	100.0	1'470.0	23'055.0	6.4	100.0
Kies	31,5	4'075.0	5'790.0	61.0	86.6	9'770.0	21'585.0	42.4	93.6
	16	1'610.0	1'715.0	24.1	25.7	8'540.0	11'815.0	37.0	51.2
	8	105.0	105.0	1.6	1.6	2'940.0	3'275.0	12.8	14.2
	4	0.0	0.0	0.0	0.0	285.0	335.0	1.2	1.5
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	50.0	0.1	0.2
Sand	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	0.0	0.1
	0,5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	25.0	0.0	0.1
	0,25	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	20.0	0.0	0.1
	0,125	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	10.0	0.0	0.0
	0,063	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0
Grobschluff	0,031	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Schluff	0,0039	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ton	0,00006	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

8.3



8.4



US8 Kanuinsel

7.4 Ergebnisse der 2D-HN-Modellierung

Wassertiefen und mittlere Fließgeschwindigkeit in der Wassersäule

- US1 Dünzing
- US2 Neustadt
- US3 Irnsing
- US4 Sittling
- US5 Eining
- US6 Staubing rechts
- US7 Staubing links (vorgestellt im Hauptteil)
- US8 Kanuinsel

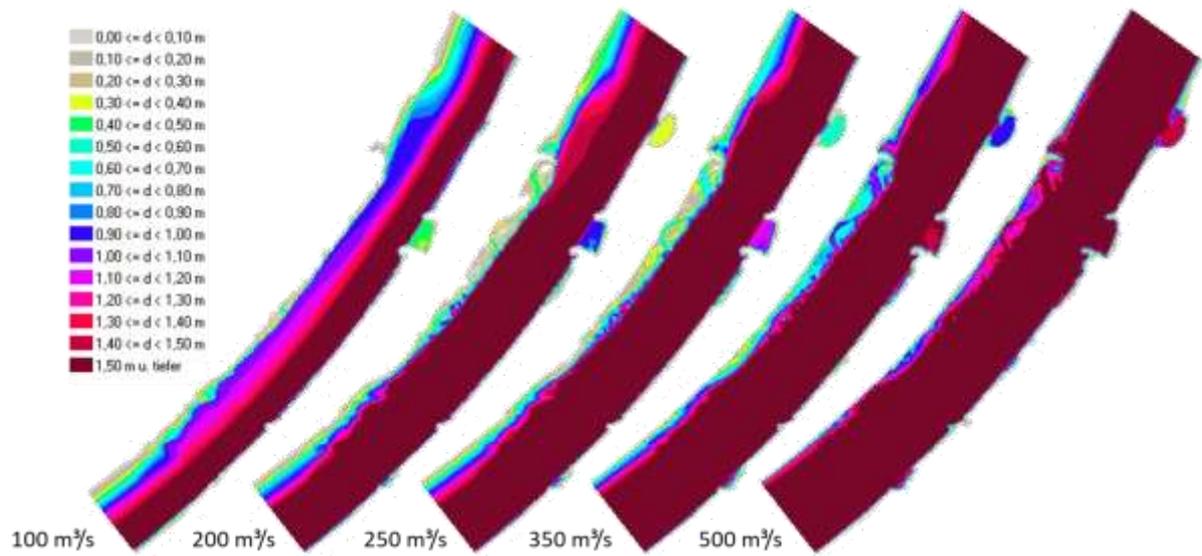


Abb. 53 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US1 Dünzing

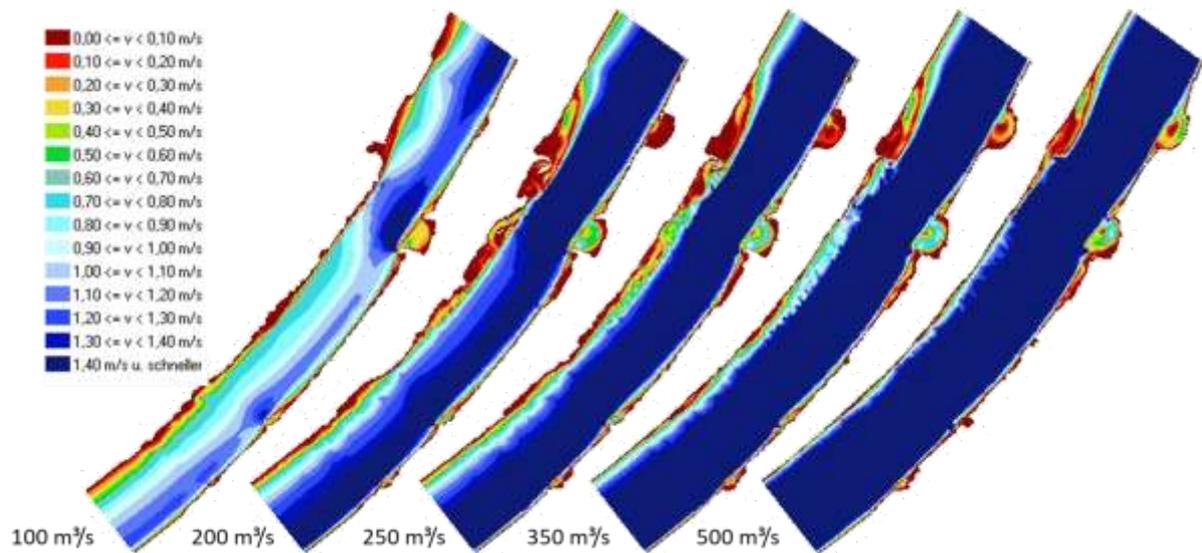


Abb. 54 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US1 Dünzing

US1 Dünzing

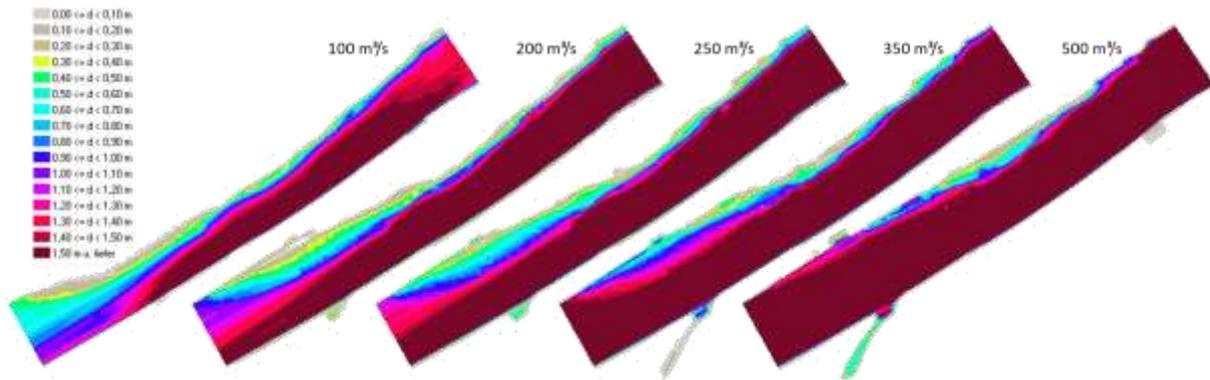


Abb. 55 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US2 Neustadt

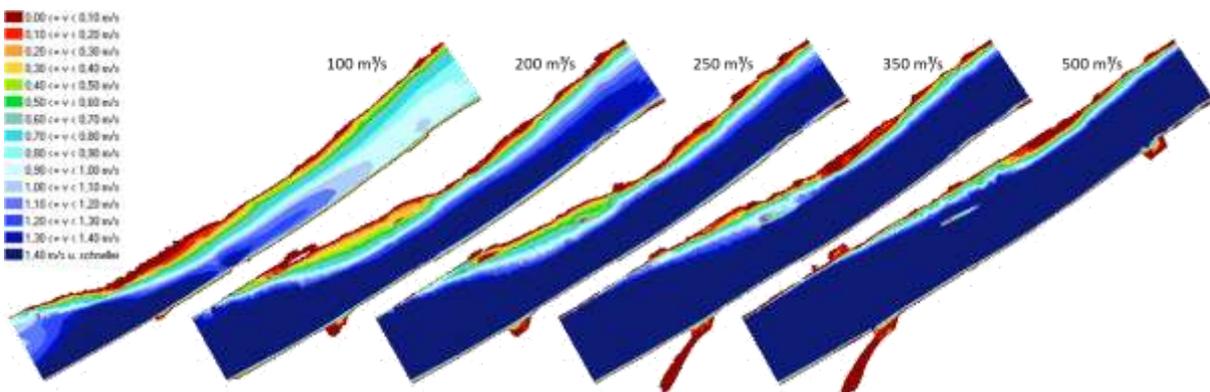


Abb. 56 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US2 Neustadt

US2 Neustadt

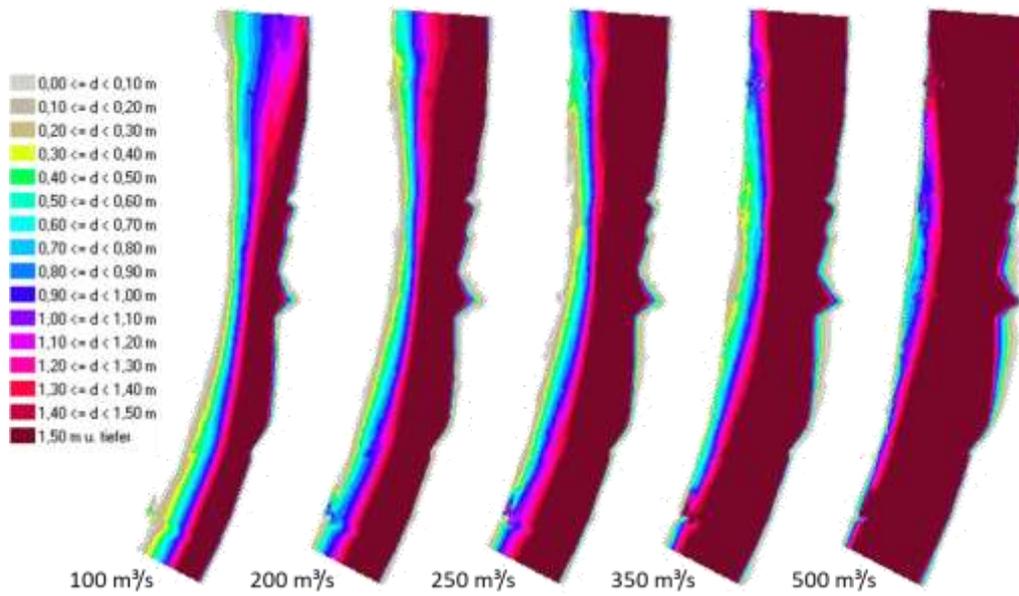


Abb. 57 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US3 Irnsing

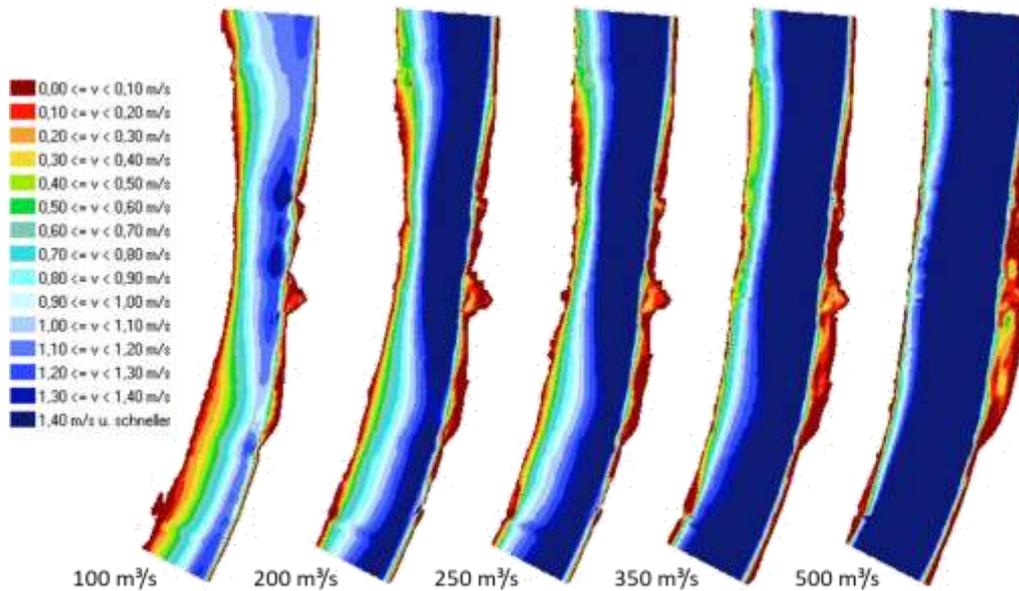


Abb. 58 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US3 Irnsing

US3 Irnsing

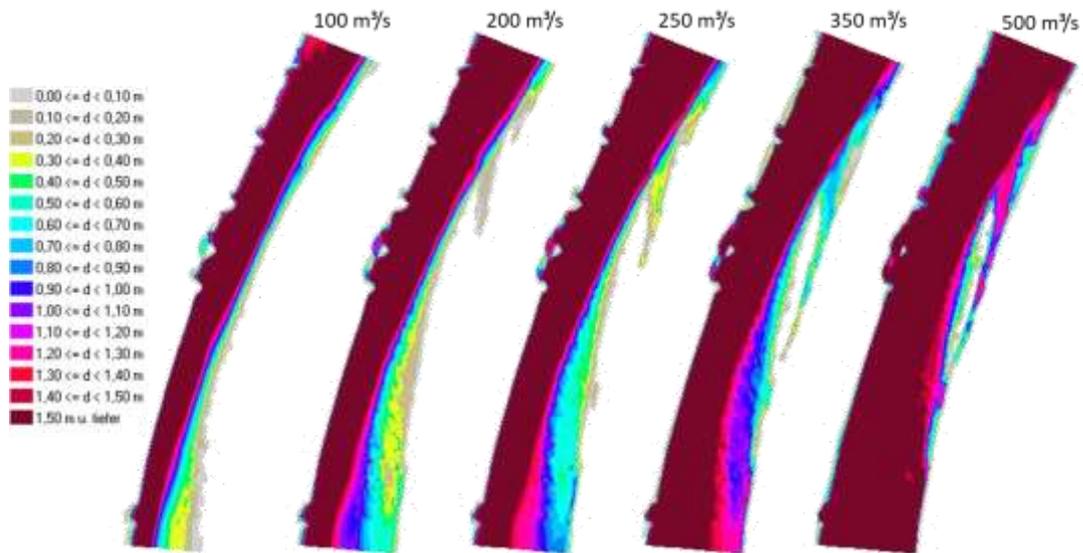


Abb. 59 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US4 Sittling

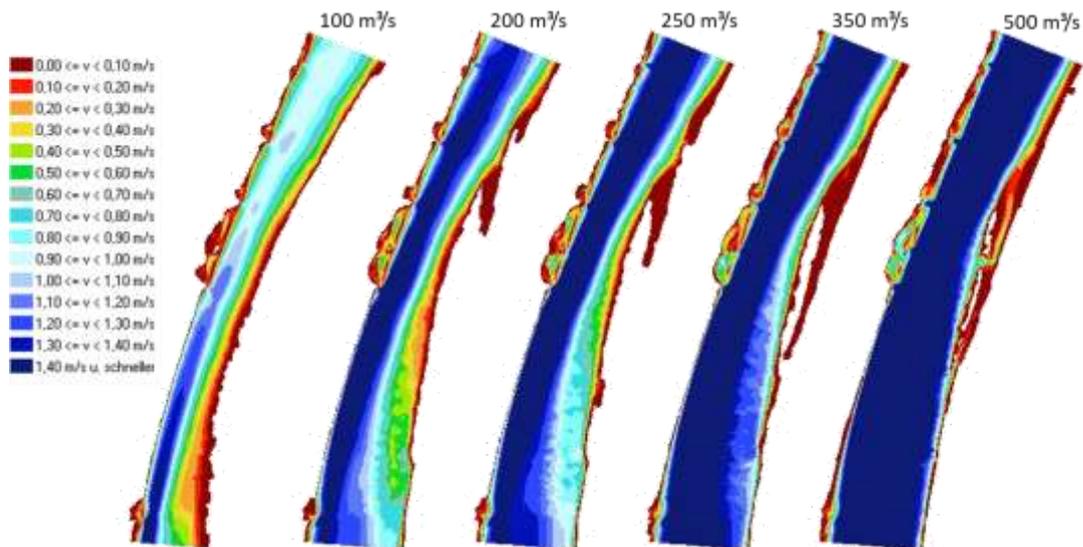


Abb. 60 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US4 Sittling

US4 Sittling

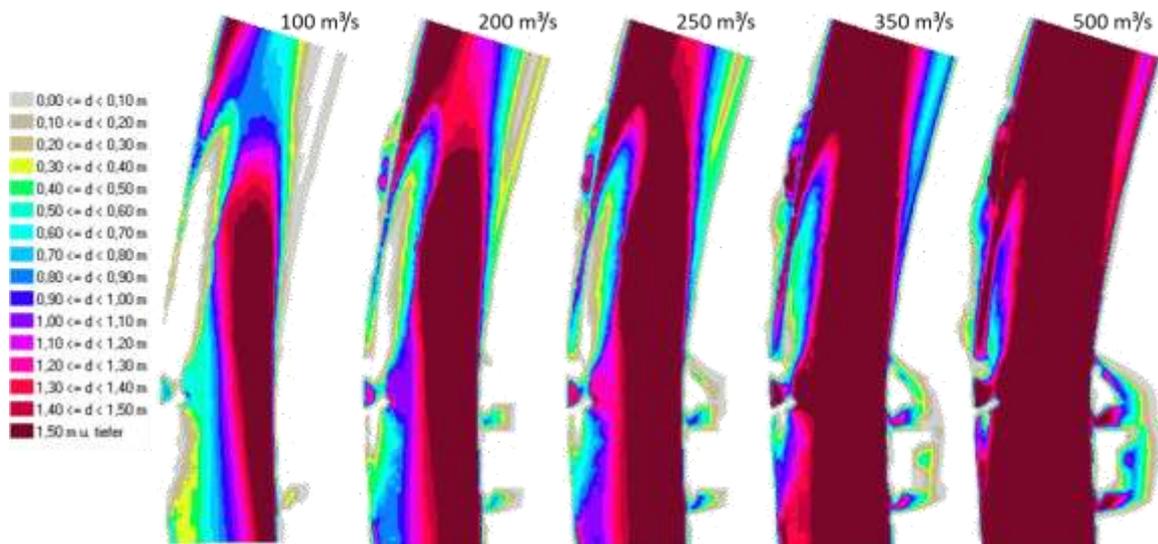


Abb. 61 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US5 Eining

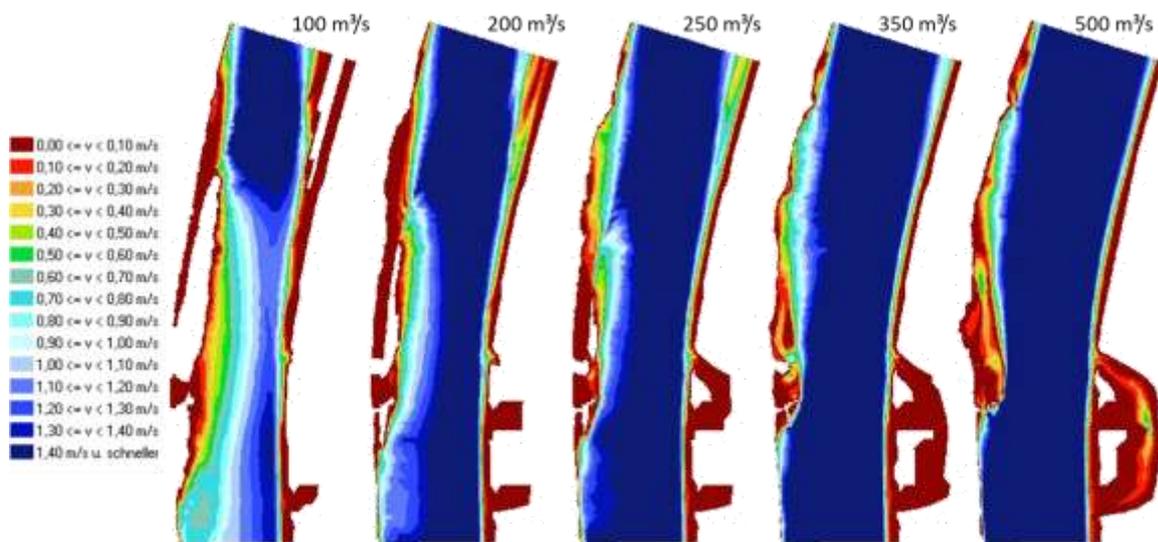


Abb. 62 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US5 Eining

US5 Eining

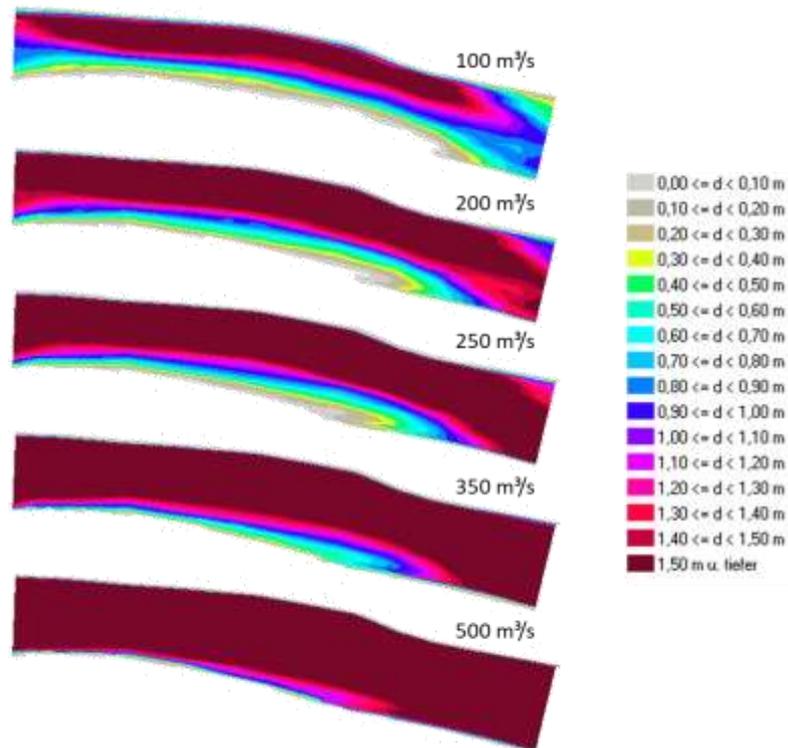


Abb. 63 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US6 Staubing rechts

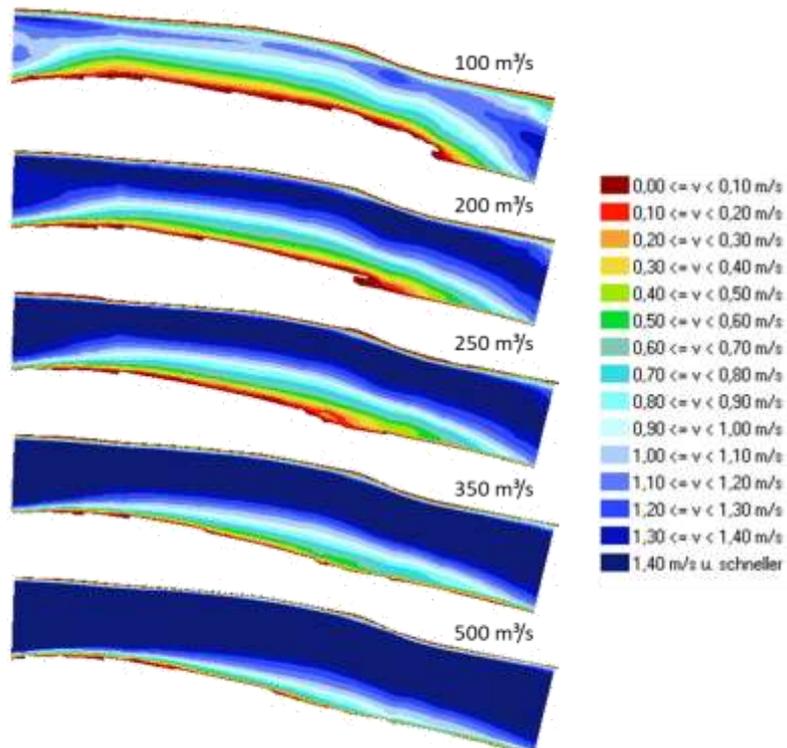


Abb. 64 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US6 Staubing rechts

US6 Staubing rechts

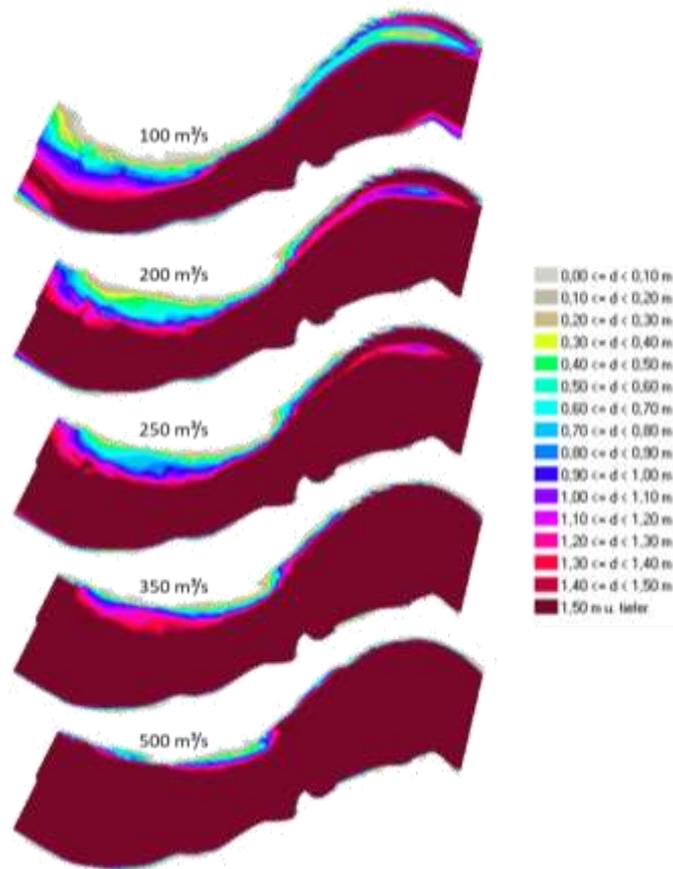


Abb. 65 Wassertiefen für verschiedene Abflüsse in US8 Kanuinsel

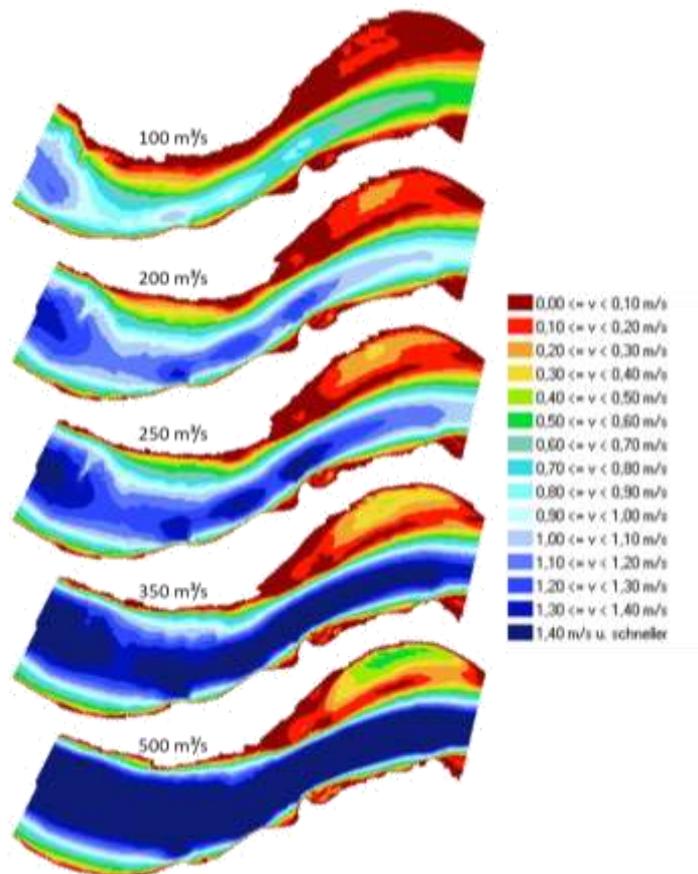


Abb. 66 Tiefengemittelte Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Abflüsse in US8 Kanuinsel

US8 Kanuinsel

7.5 Modellprinzip CASiMiR Fish

Habitatmodelle sind ein geeignetes Instrument für die Untersuchung dieser Systeme. Sie bauen auf den Lebensraumsansprüchen von Zeigerarten und deren Entwicklungsstadien auf. Zeigerarten besitzen eine Indikatorfunktion, da ihr Vorkommen gleichzeitig das Vorhandensein einer größeren Anzahl anderer, systemtypischer Arten anzeigt. Das am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart entwickelte Simulationsmodell CASiMiR (Schneider et al. 2001) ermöglicht es physikalische Lebensräume anhand vom Gewässer erhobenen Informationen über Geometrie und Strukturen nachzubilden und ihre Eignung für Zeigerarten zu ermitteln.

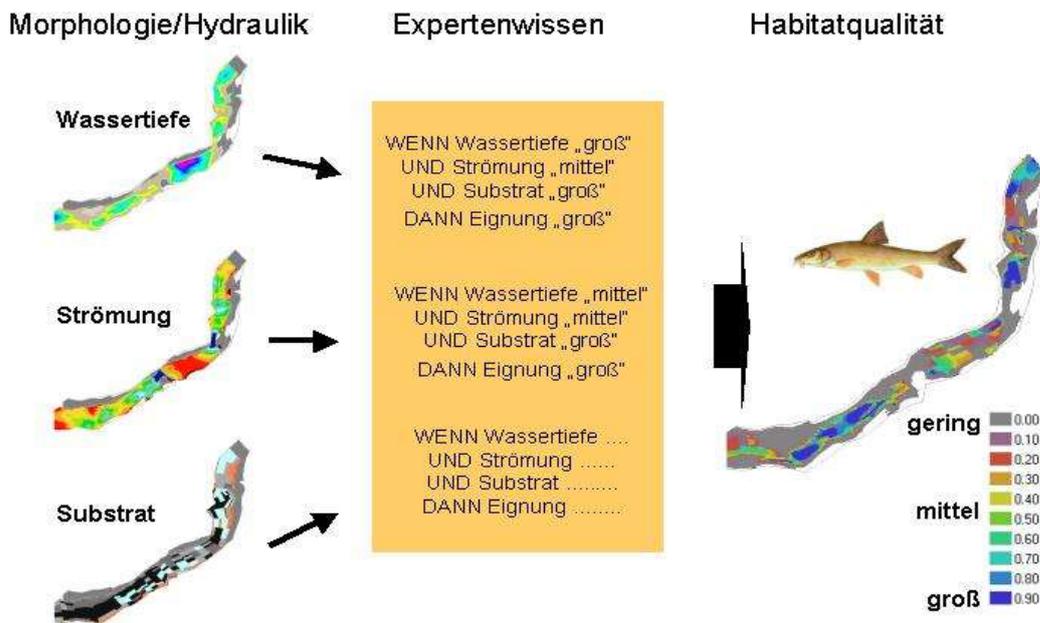


Abb. 67 Regelbasiertes Prinzip des Habitatmodells CASiMiR Fish

Das Modell verarbeitet physikalische und biologische Parameter mittels eines fuzzy-logischen Ansatzes, der die Integration von Habitatansprüchen in Habitatsimulationen über Expertenwissen erlaubt (Schneider 2001).

Die Formulierung der Ansprüche erfolgte durch sogenannte Inferenzregeln. Diese Regeln, die Grundlage für die fuzzy-logischen Berechnungen des Habitatmoduls von CASiMiR sind, beruhen auf den Parametern Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe und dem im jeweiligen Gewässerbereich vorherrschenden Substrat. Die verwendeten Regeln wurden auf Grundlage von umfangreichen Literaturrecherchen, Datenauswertungen und Expertenwissen erstellt.

Ein Beispiel für eine derartige Expertenregel ist im Folgenden gegeben:

*WENN Fließgeschwindigkeit „mittel“ UND Wassertiefe „groß“
UND dominierendes Substrat „mittel“
UND Deckung „vorhanden“,
DANN Habitateignung „groß“*

Die Einbindung derart unscharfer Formulierungen in Habitatberechnungen wird durch einen fuzzy-logischen Berechnungsansatz ermöglicht (s. SCHNEIDER 2001). In Abb. 68 ist dargestellt, welche

Fließgeschwindigkeiten, Wassertiefen und Substratgrößen den Klassen „gering“, „mittel“ usw. zugeordnet sind. Die Habitateignungen werden in derselben Weise definiert.

Bsp.: Eine Fließgeschwindigkeit von 1,0 m/s gehört zu 65 % zu den „mittleren“ Fließgeschwindigkeiten, gleichzeitig aber zu 35 % den „hohen“ Fließgeschwindigkeit an (s. li. o.).

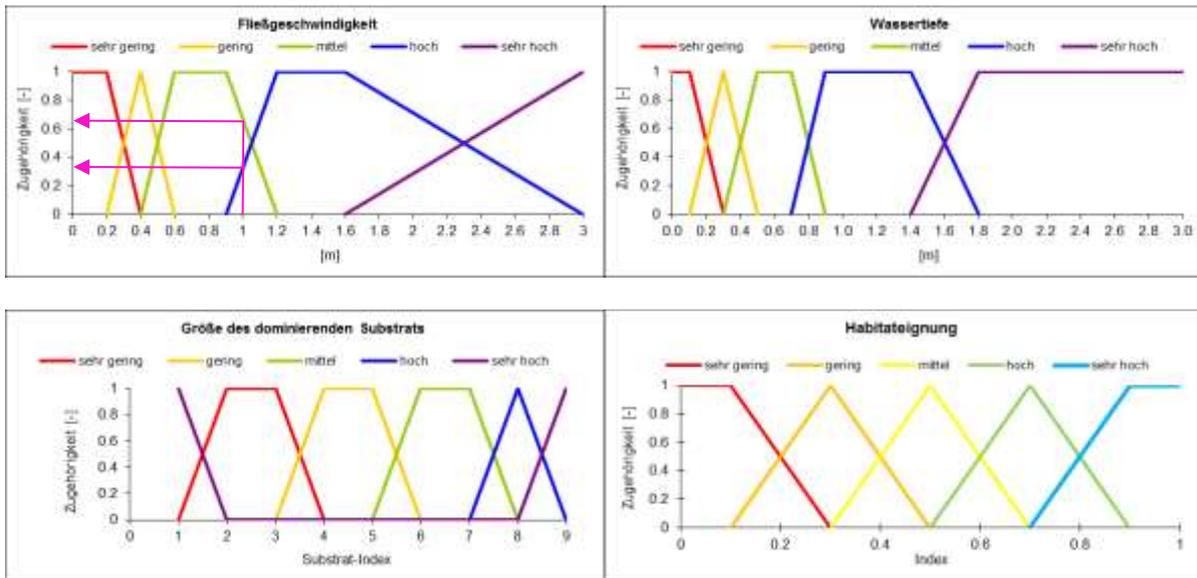


Abb. 68: Beispiel Fuzzy-Mengen der Habitatparameter Fließgeschwindigkeit, Wassertiefe, Substrat und der Zielgröße Habitateignung

7.6 Darstellung der Habitatsprüche

Die folgenden Abbildungen stellen die für die Simulationen verwendeten Habitatsprüche der untersuchten Fischarten und -stadien grafisch dar. Jedes Quadrat spiegelt die Eignung für die Kombinationen von Fließgeschwindigkeit (horizontale Richtung) und Wassertiefe (vertikale Richtung) wider. Entsprechend den Habitatsimulationen in dieser Studie, stellen

- rote Signaturen schlechte Habitatbedingungen,
- orange Signaturen ungünstige Habitatbedingungen,
- gelbe Signaturen mäßige Habitatbedingungen,
- grüne Signaturen gute Habitatbedingungen und
- blaue Signaturen sehr gute Habitatbedingungen dar.

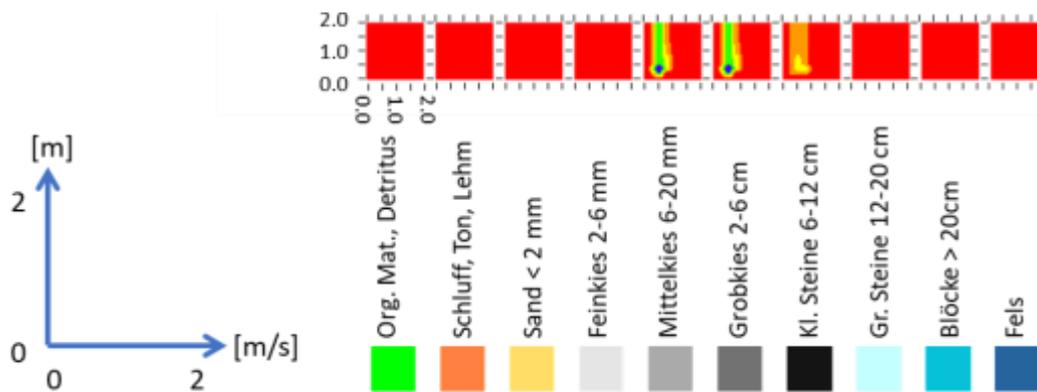


Abb. 69 Habitatsprüche dargestellt als Eignungsquadrate Äsche Laichhabitat

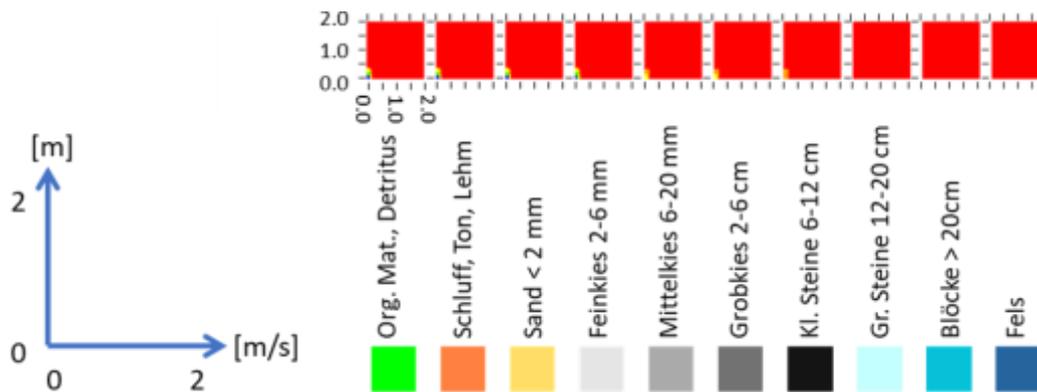


Abb. 70 Habitatsprüche dargestellt als Eignungsquadrate Äsche Brütlingshabitat

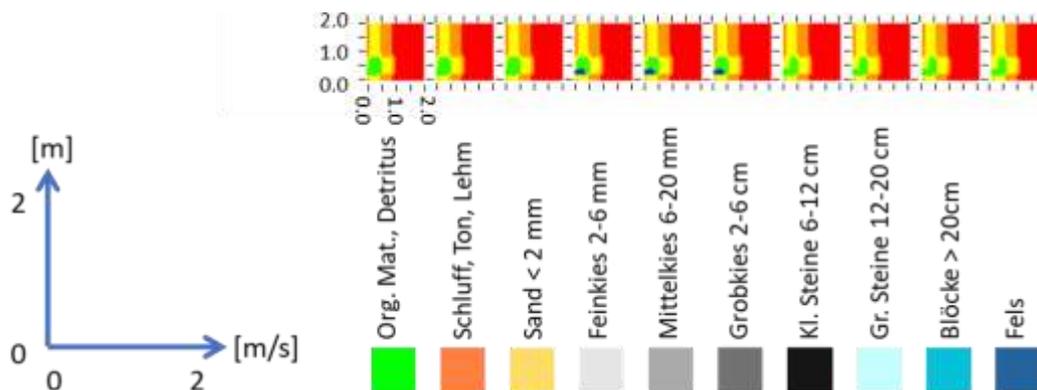


Abb. 71 Habitatsprüche dargestellt als Eignungsquadrate Äsche Juvenilhabitat

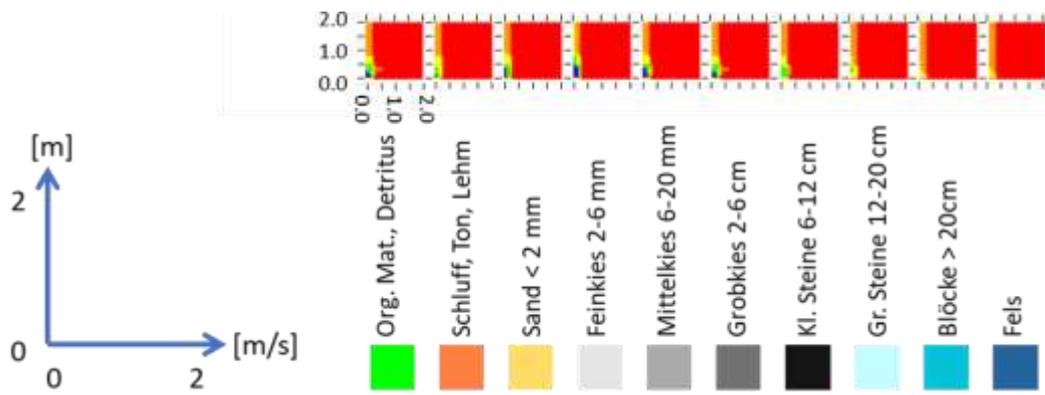


Abb. 72 Habitatansprüche dargestellt als Eignungsquadrate Nase Juvenilhabitat

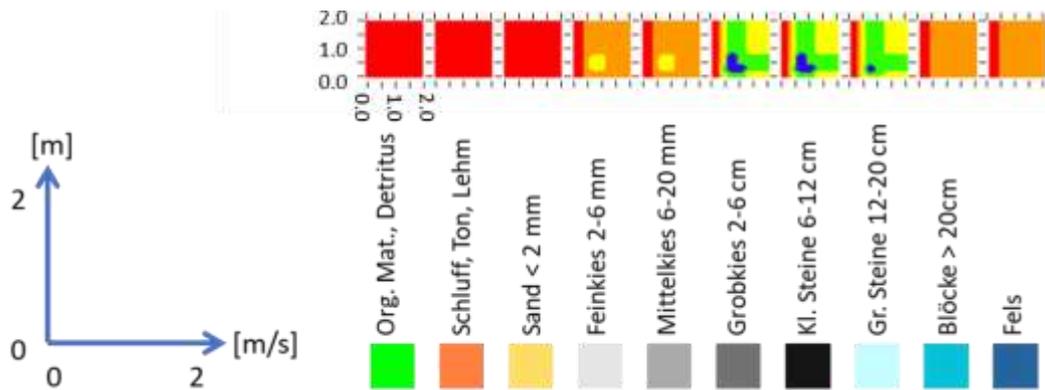


Abb. 73 Habitatansprüche dargestellt als Eignungsquadrate Nase Laichhabitat

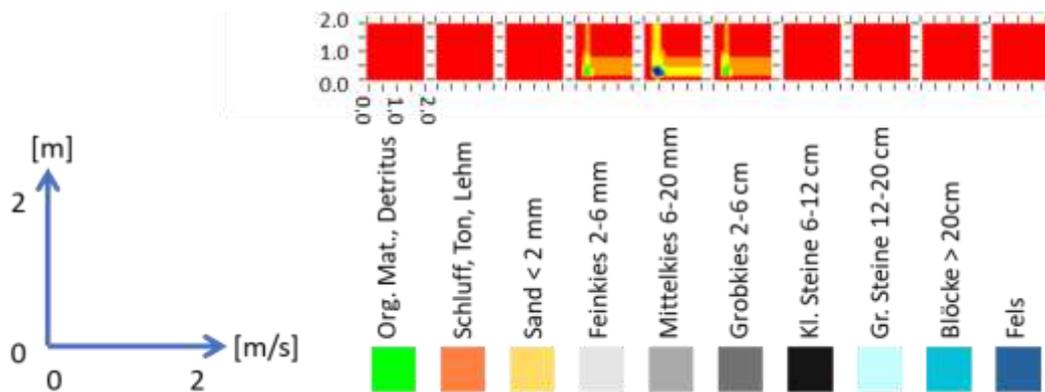


Abb. 74 Habitatansprüche dargestellt als Eignungsquadrate Barbe Laichhabitat

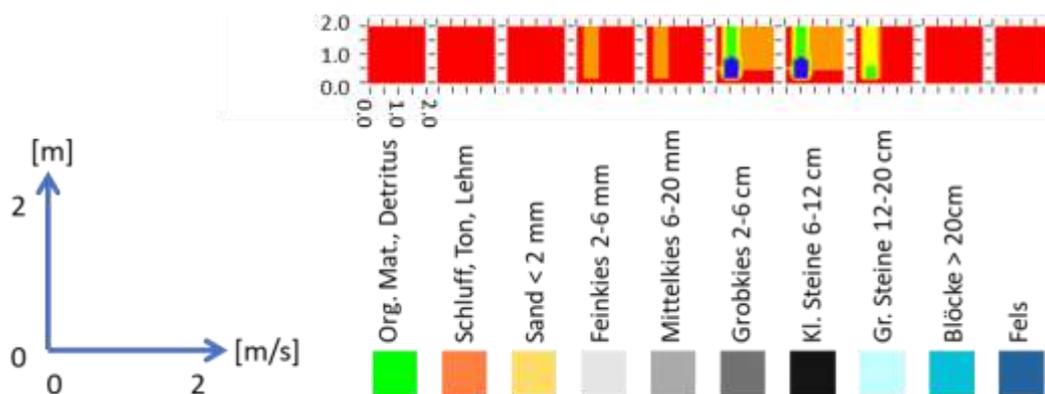


Abb. 75 Habitatansprüche dargestellt als Eignungsquadrate Huchen Laichhabitat

7.7 Habitatangebot

Habitatangebot an den untersuchten Kiesbänken in Abhängigkeit vom Abfluss

Vorgestellt werden die Modellergebnisse für die folgenden **Habitattypen**:

- Äsche Laichhabitate
- Äsche Brüttingshabitate
- Äsche Juvenilhabitate
- Nase Juvenilhabitate
- Nase Laichhabitate
- Barbe Laichhabitate
- Huchen Laichhabitate

Die Ergebnisse werden getrennt aufgeführt für die Bereiche der **Untersuchungsstrecken (US)**:

- US1 Dünzing
- US2 Neustadt
- US3 Irnsing
- US4 Sittling
- US5 Eining
- US6 Staubing rechts
- US7 Staubing links
- US8 Kanuinsel

Für den modellierten Bereich der Untersuchungsstrecken wird das **Habitatangebot** dargestellt als:

- nach Eignungsqualität **gewichtete Fläche** des jeweiligen Habitatstyps (WUA weighted usable area)
- **Flächenangebot** [m²] des jeweiligen Habitattyps differenziert nach 5 **Eignungsklassen**
■ rot (SI 0-0,2), ■ orange (SI 0,2-0,4), ■ gelb (SI 0,4-0,6), ■ grün (SI 0,6-0,8), ■ blau (SI 0,8-1,0)
 (mit zunehmender Qualität in der gegebenen Reihenfolge)

Die für die Darstellung gewählten **Abflüsse** umfassen das Spektrum der Abflüsse, die das Habitatangebot noch nicht einschränken, wobei die höchsten dargestellten Abflüsse (500 m³/s) oft bereits nicht mehr oder nur eingeschränkt nutzbare Habitatflächen bedingen.

100 m³/s - 200 m³/s - 250 m³/s - 350 m³/s - 500 m³/s

7.7.1 Äsche Laichhabitate

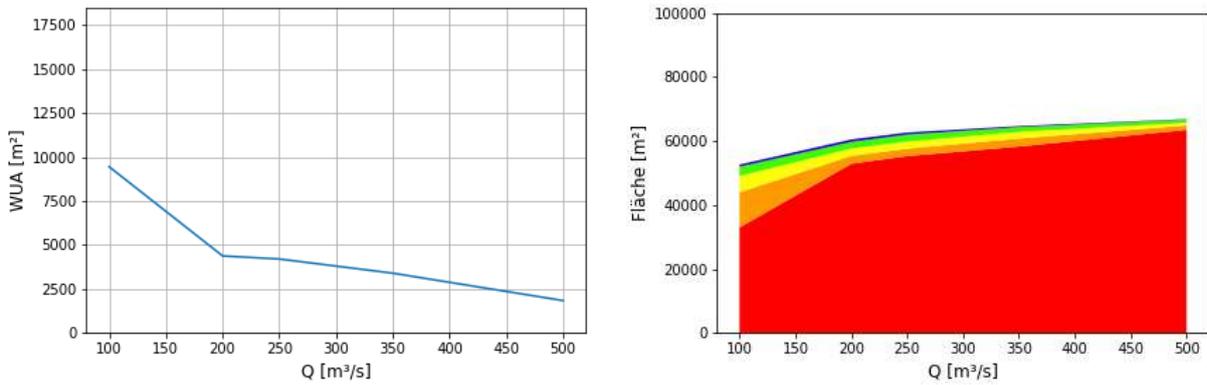


Abb. 76 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US1 Dünzing

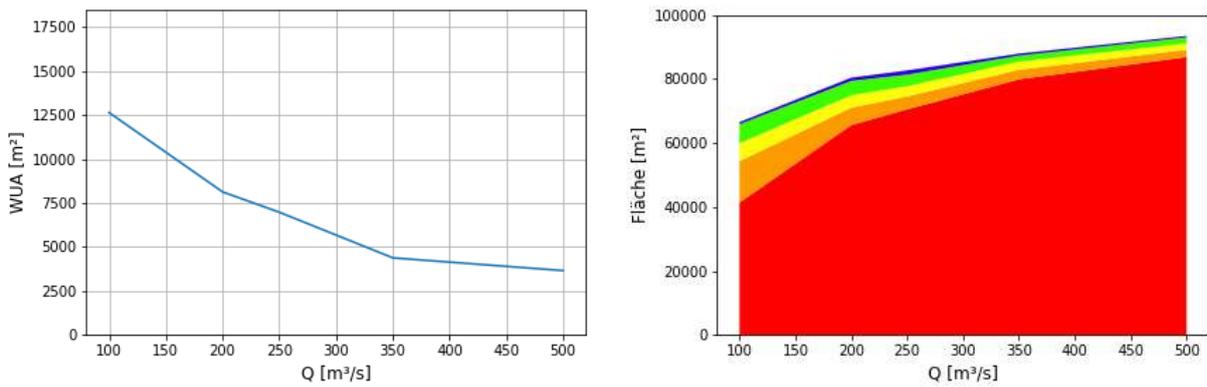


Abb. 77 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US2 Neustadt

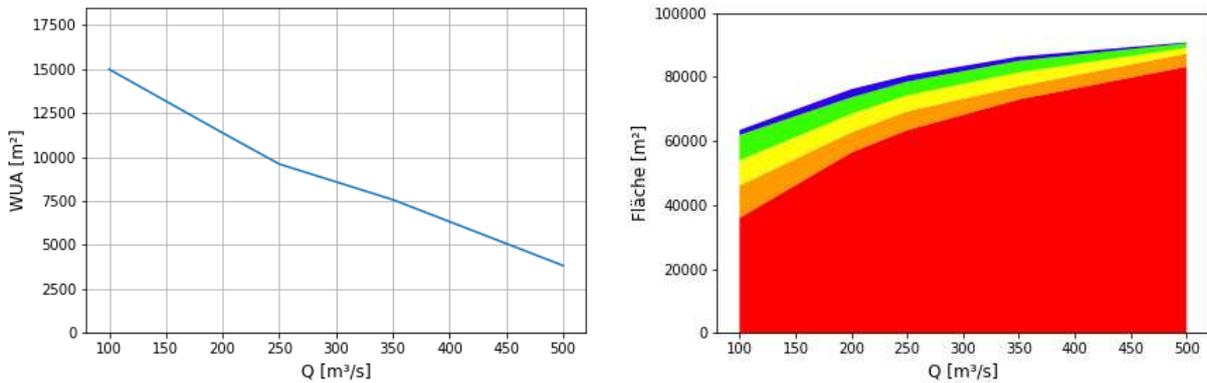


Abb. 78 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US3 Irnsing

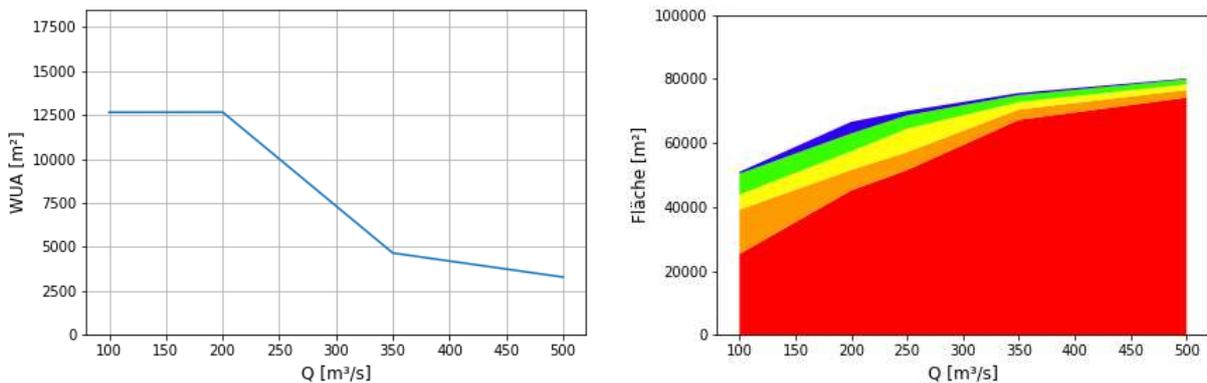


Abb. 79 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US4 Sittling

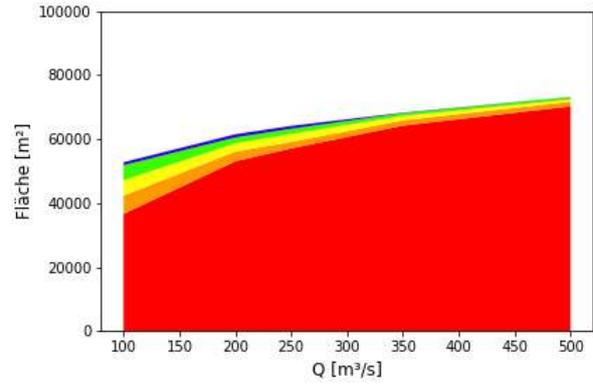
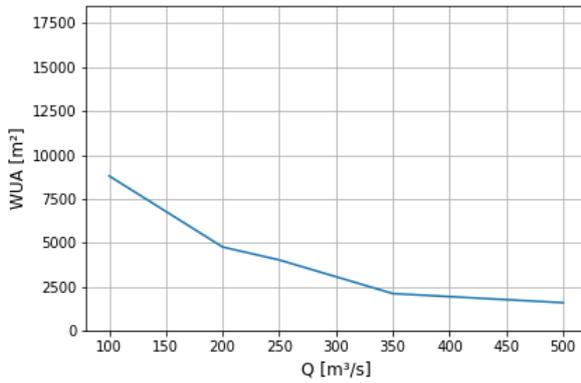


Abb. 80 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US5 Eining

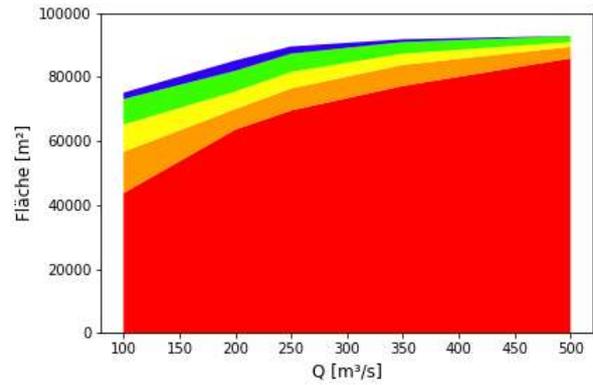
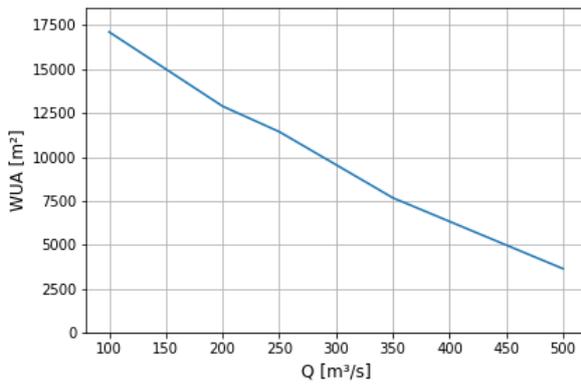


Abb. 81 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US6 Staubing rechts

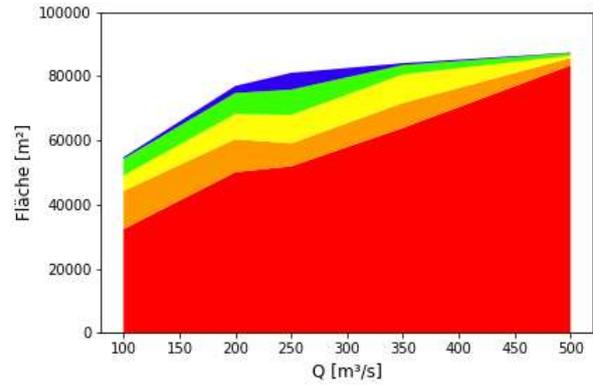
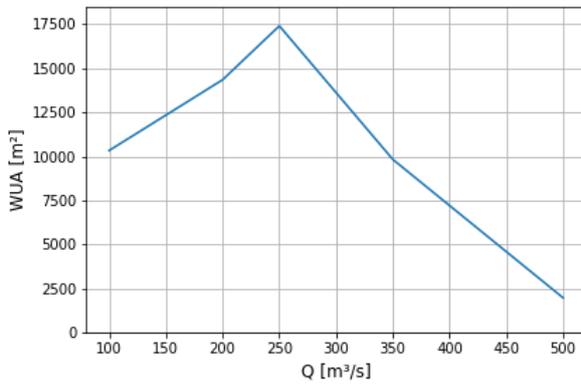


Abb. 82 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US7 Staubing links

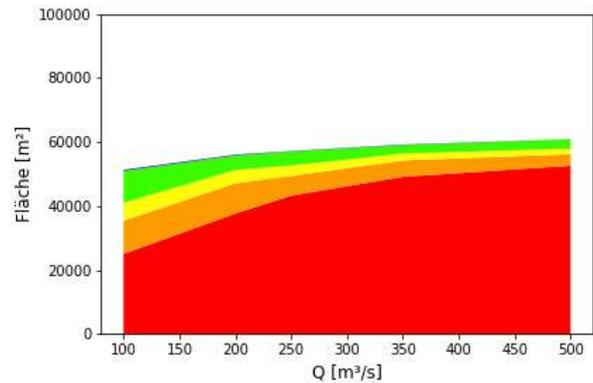
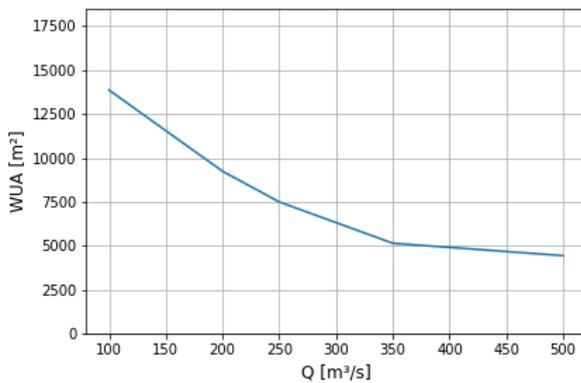


Abb. 83 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Laichhabitat in US8 Kanuinsel

7.7.2 Äsche Brütlingshabitate

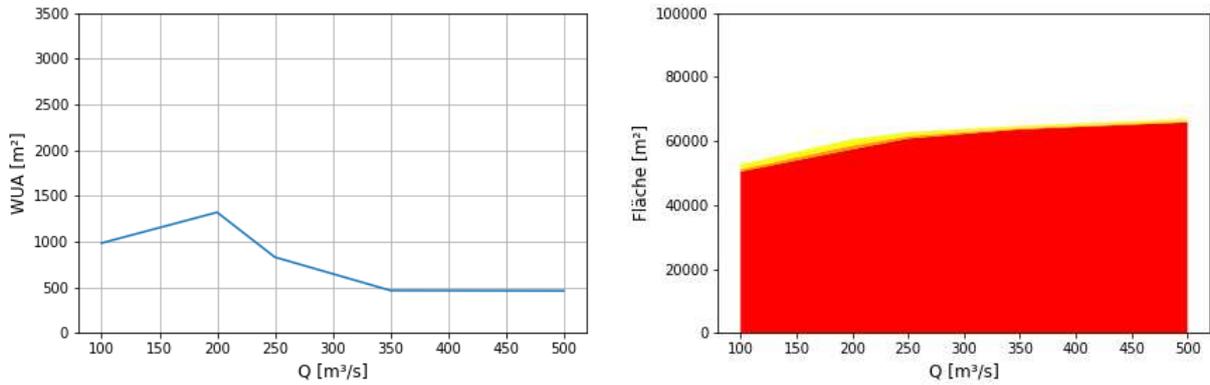


Abb. 84 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US1 Dünzing

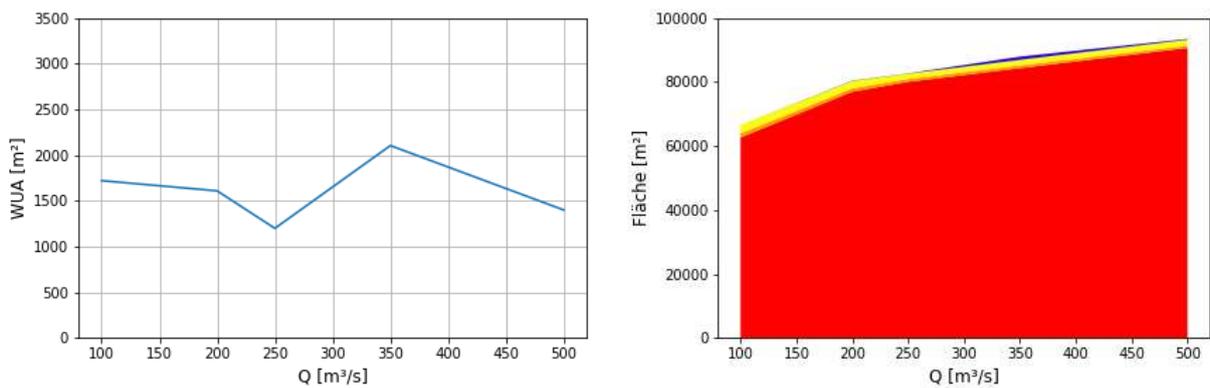


Abb. 85 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US2 Neustadt

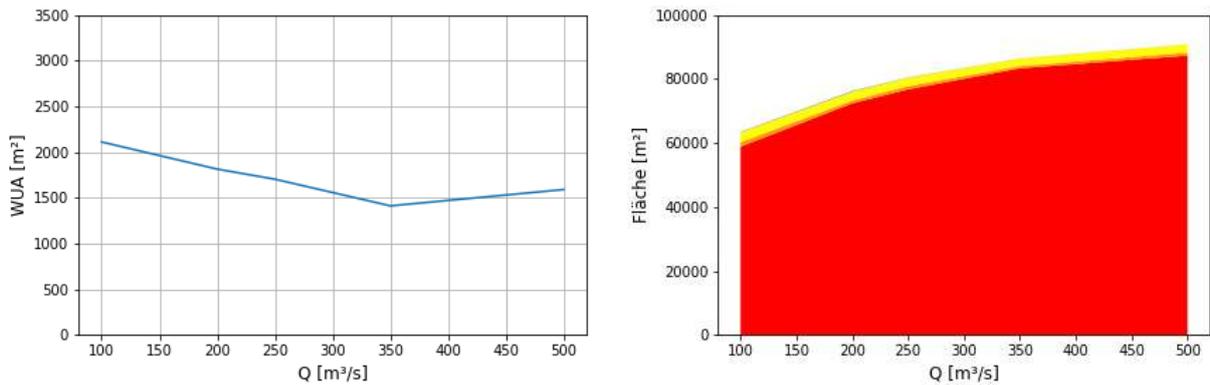


Abb. 86 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US3 Irnsing

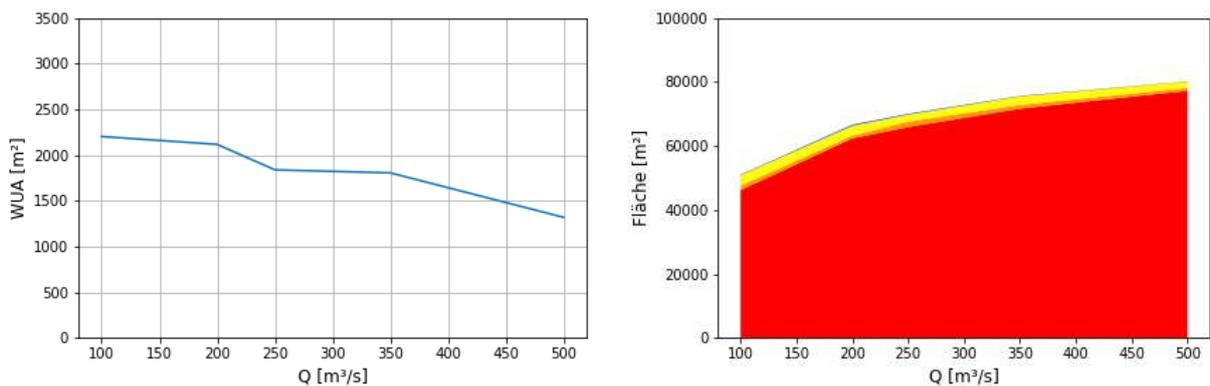


Abb. 87 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US4 Sittling

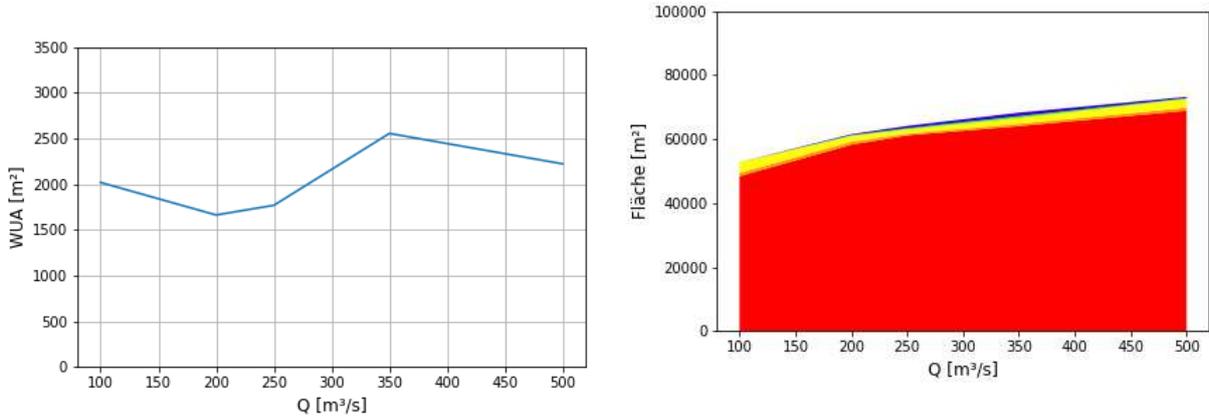


Abb. 88 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US5 Eining

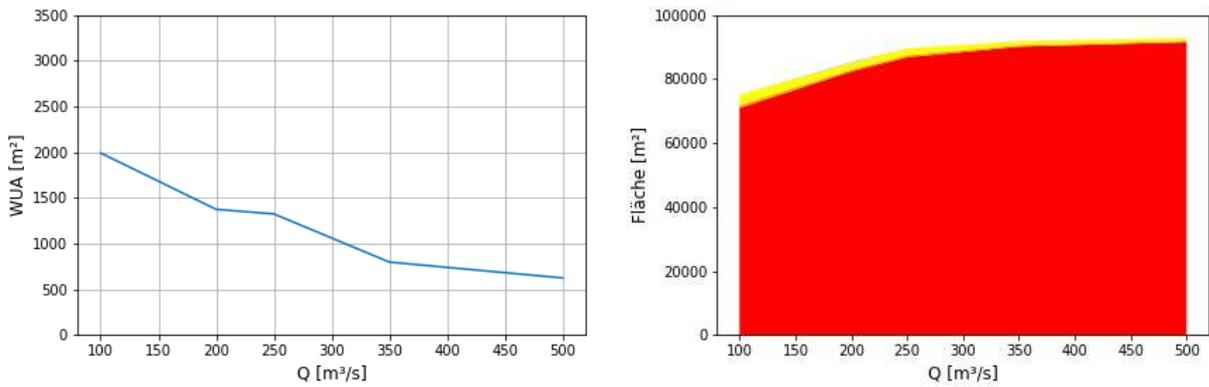


Abb. 89 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US6 Staubing rechts

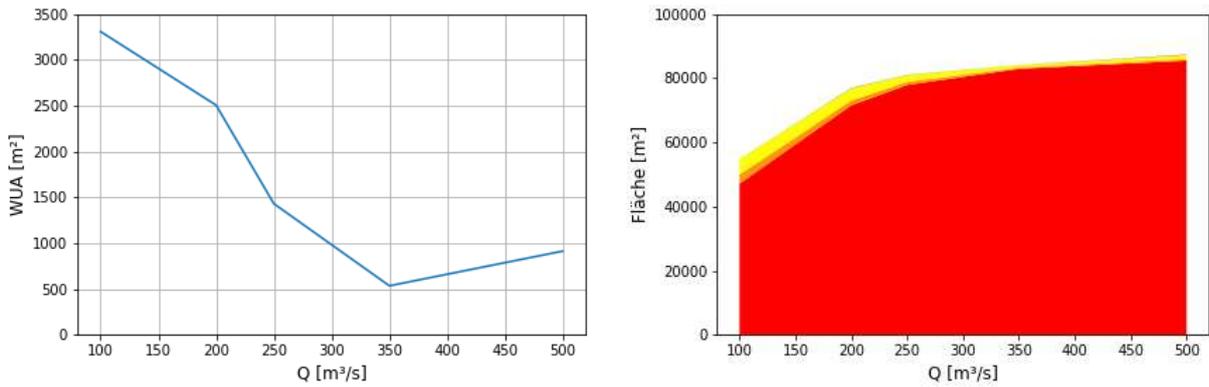


Abb. 90 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US7 Staubing links

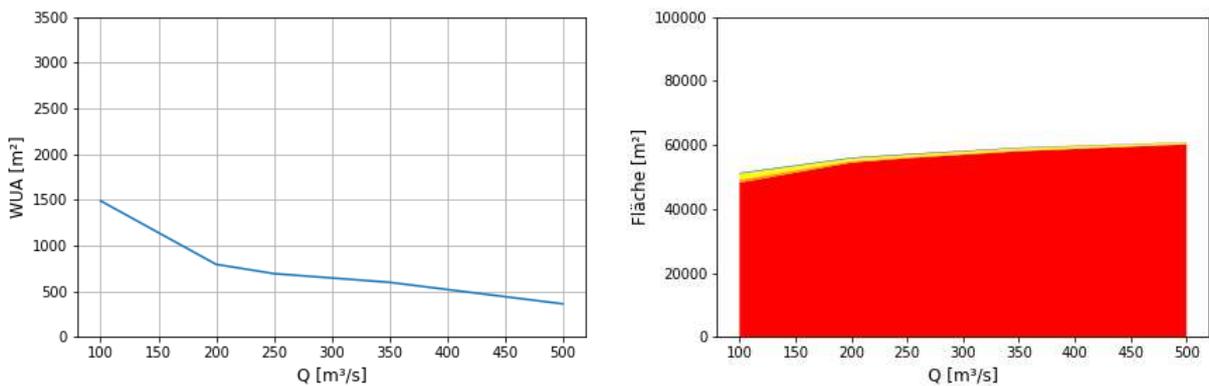


Abb. 91 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Brütlingshabitat in US8 Kanuinsel

7.7.3 Äsche Juvenilhabitate

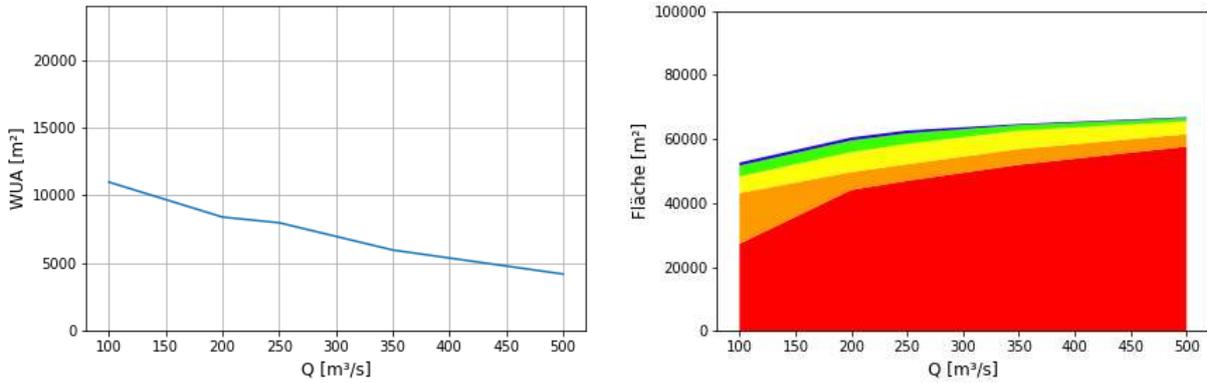


Abb. 92 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US1 Dünzing

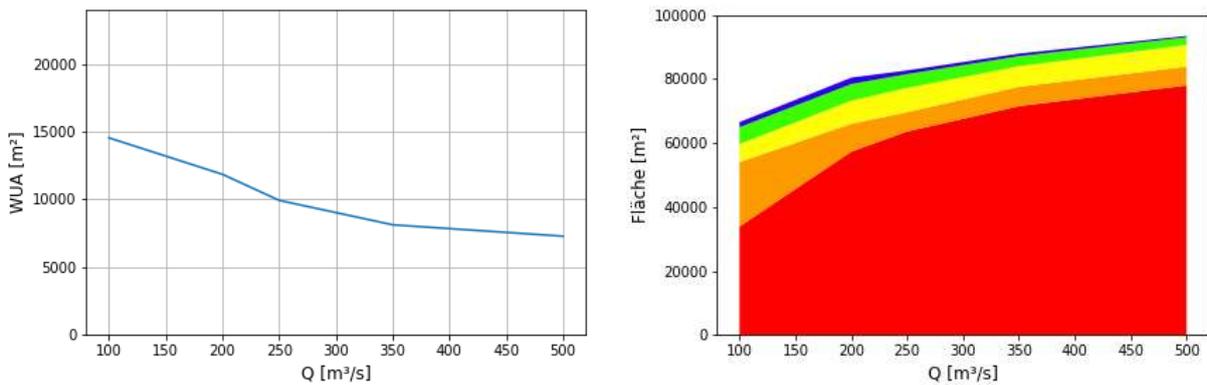


Abb. 93 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US2 Neustadt

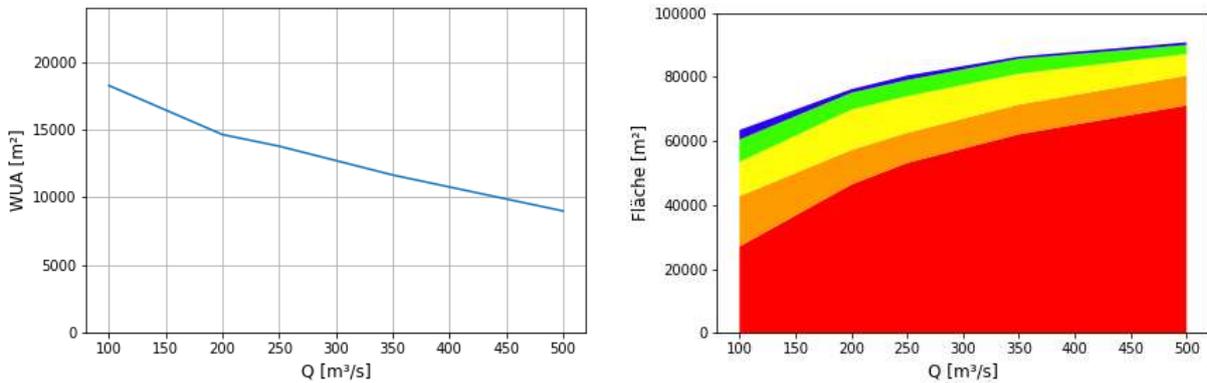


Abb. 94 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US3 Irnsing

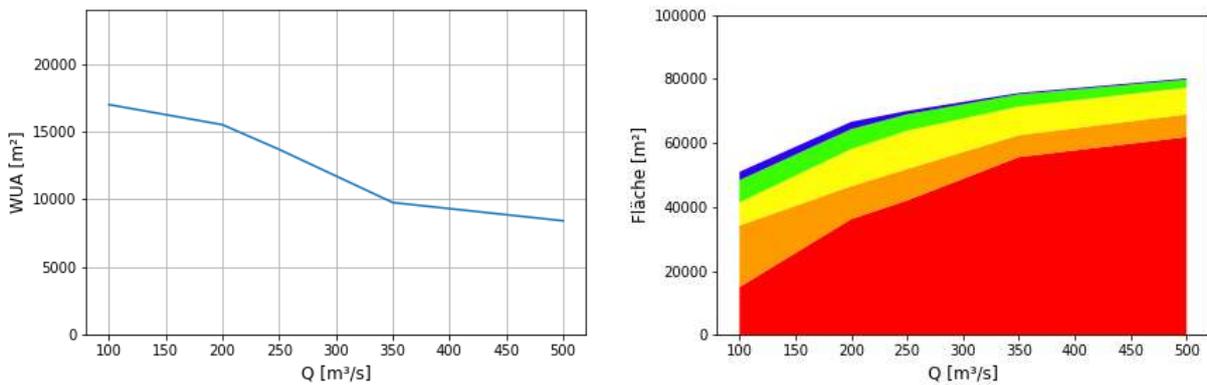


Abb. 95 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US4 Sittling

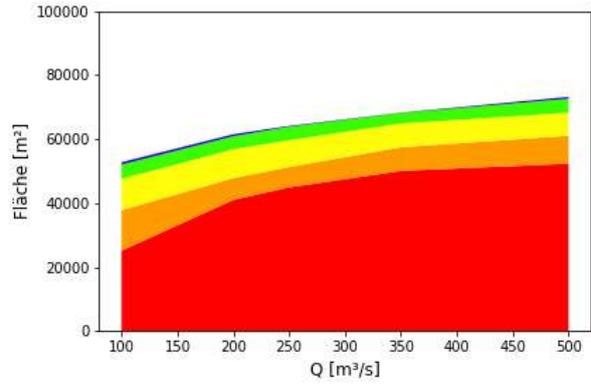
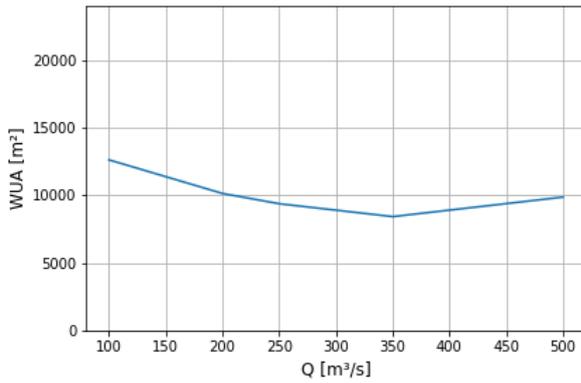


Abb. 96 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US5 Eining

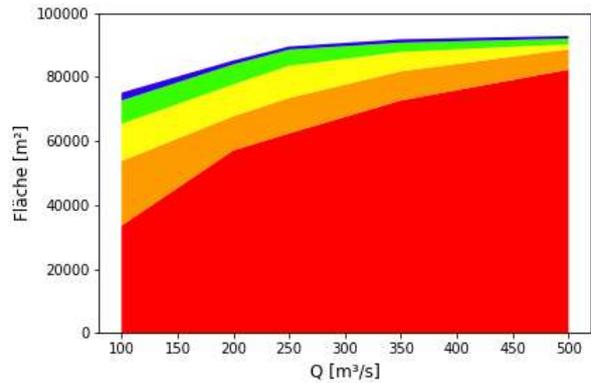
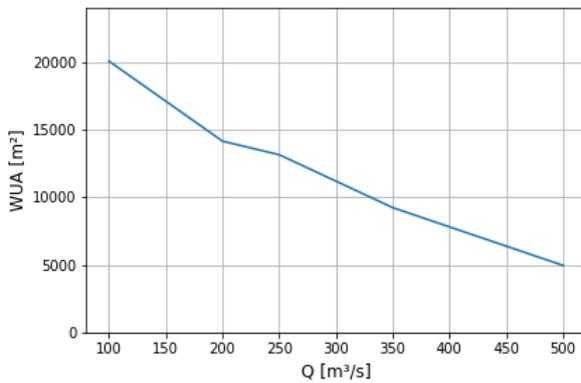


Abb. 97 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US6 Staubing rechts

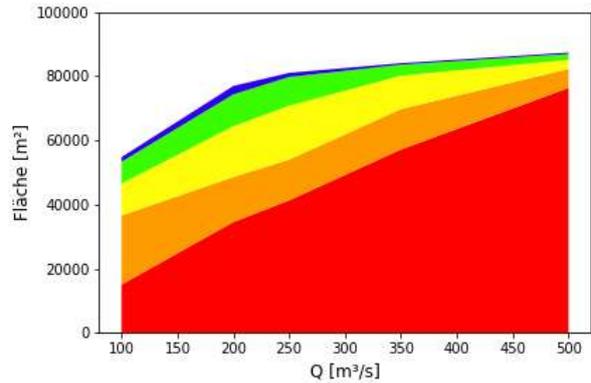
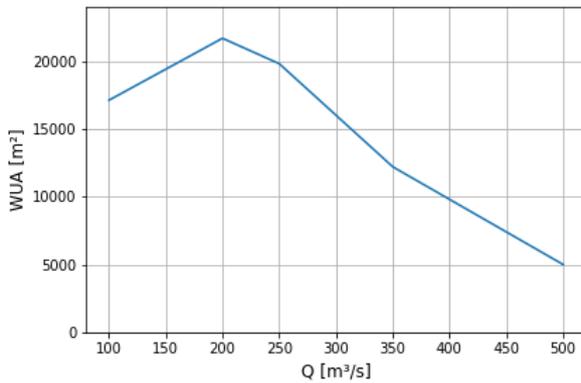


Abb. 98 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US7 Staubing links

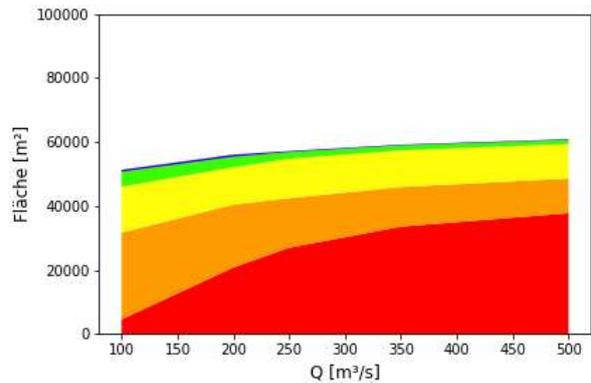
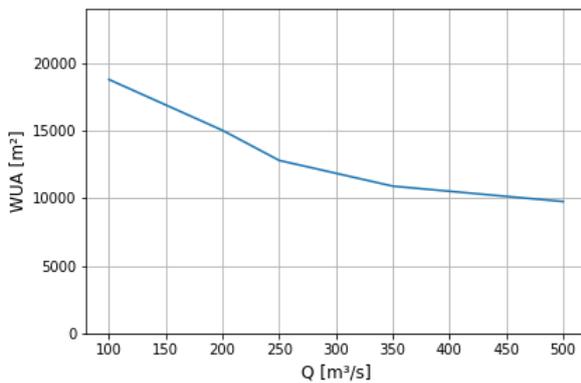


Abb. 99 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Äsche Juvenilhabitat in US8 Kanuinsel

7.7.4 Nase Juvenilhabitate

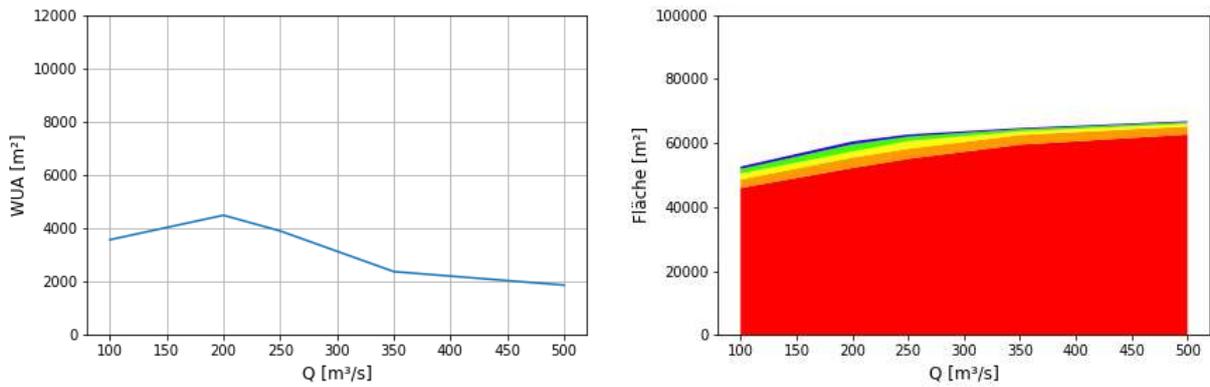


Abb. 100 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US1 Dünzing

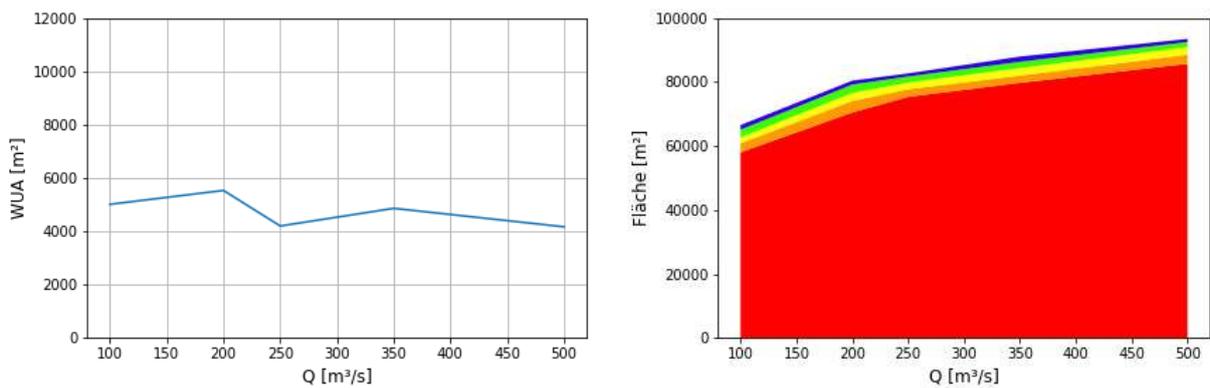


Abb. 101 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US2 Neustadt

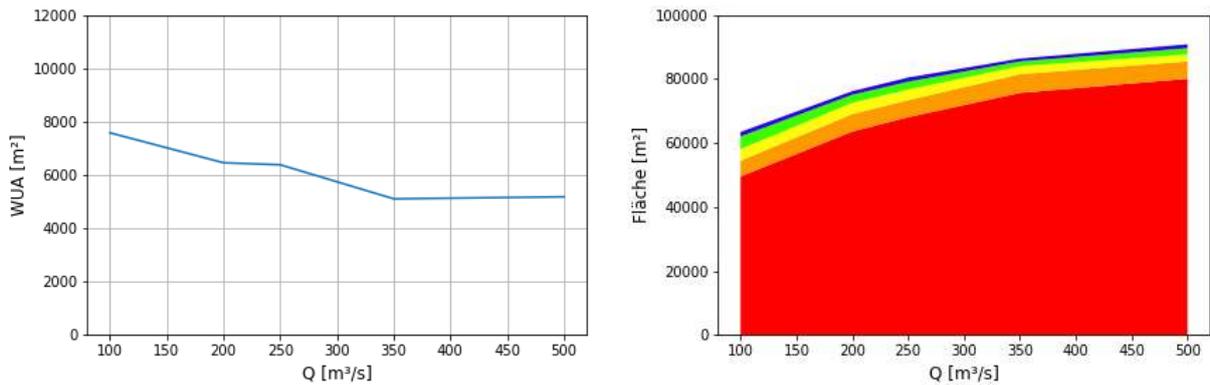


Abb. 102 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US3 Irnsing

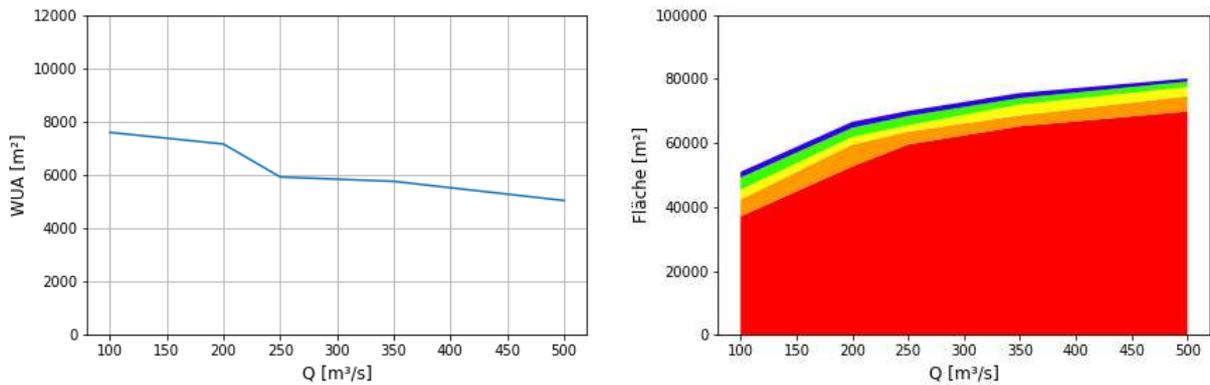


Abb. 103 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US4 Sittling

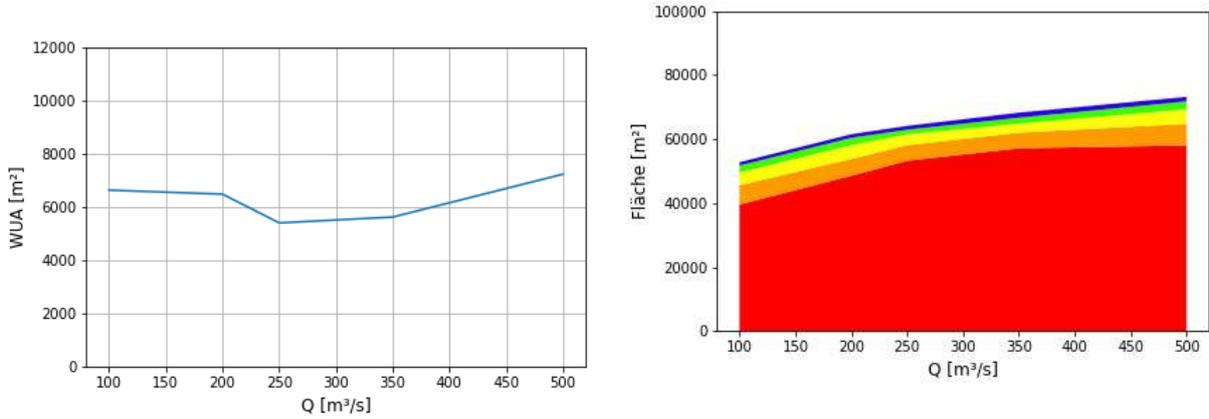


Abb. 104 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US5 Eining

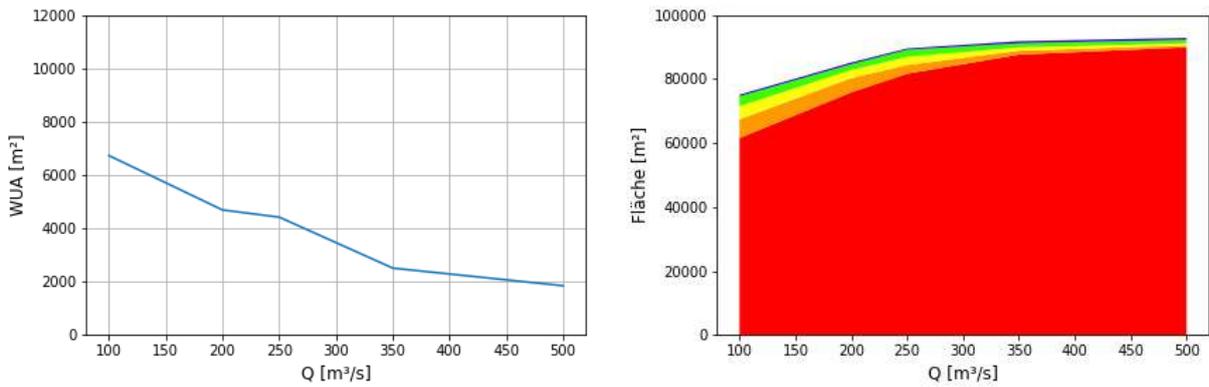


Abb. 105 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US6 Staubing rechts

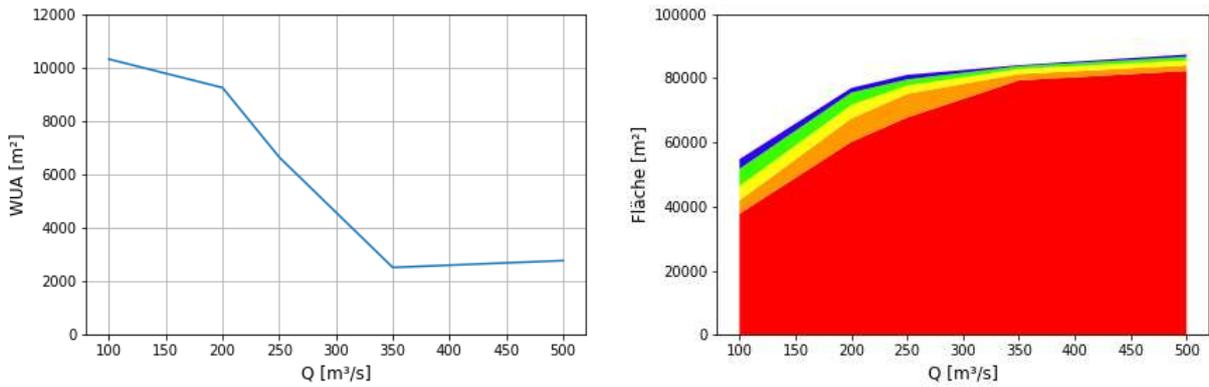


Abb. 106 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US7 Staubing links

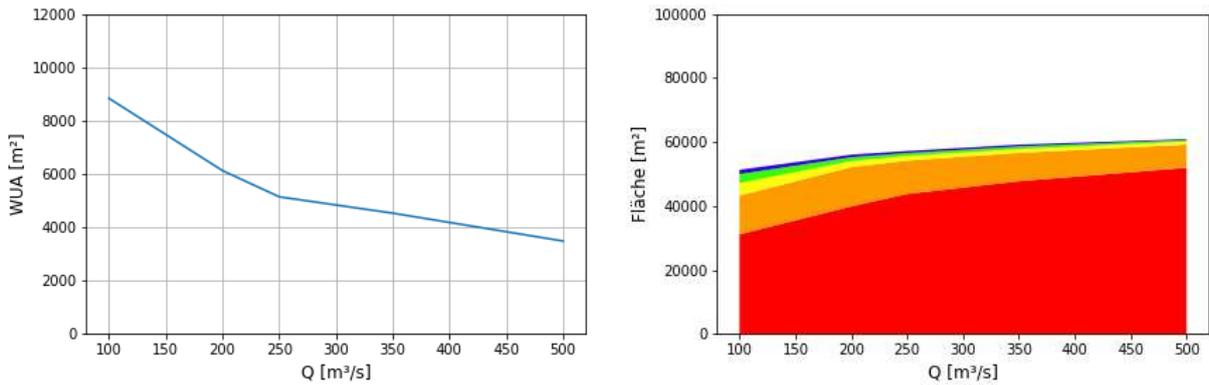


Abb. 107 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Juvenilhabitat in US8 Kanuinsel

7.7.5 Nase Laichhabitate

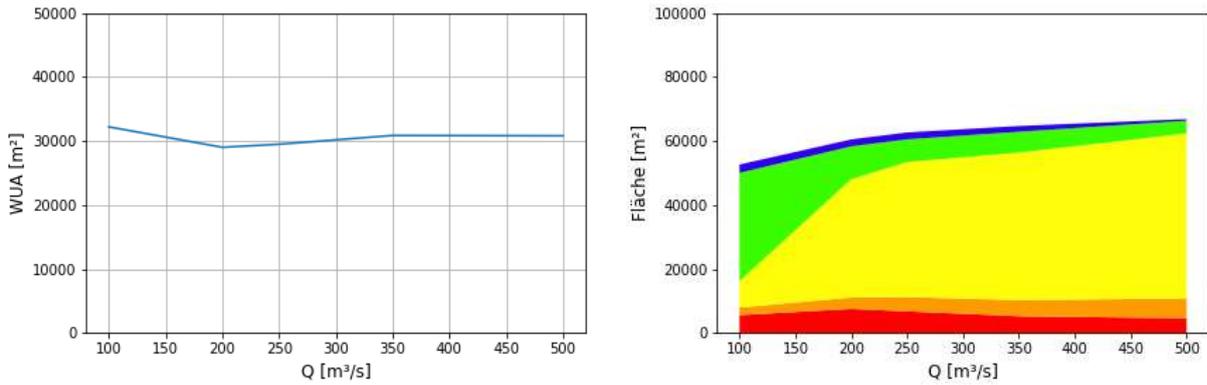


Abb. 108 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US1 Dünzing

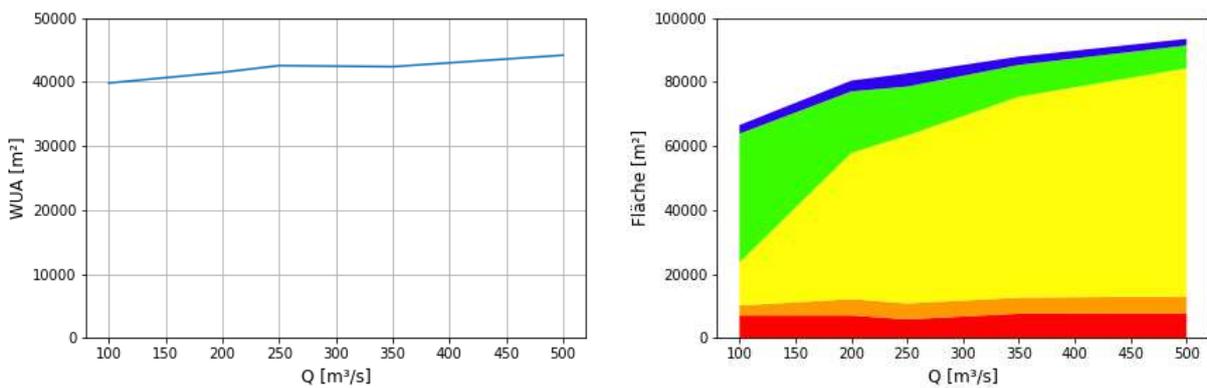


Abb. 109 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US2 Neustadt

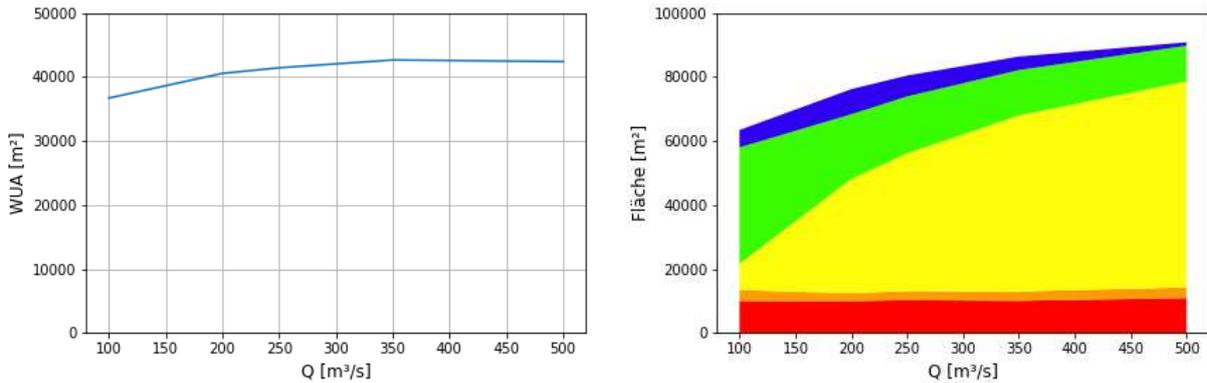


Abb. 110 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US3 Irnsing

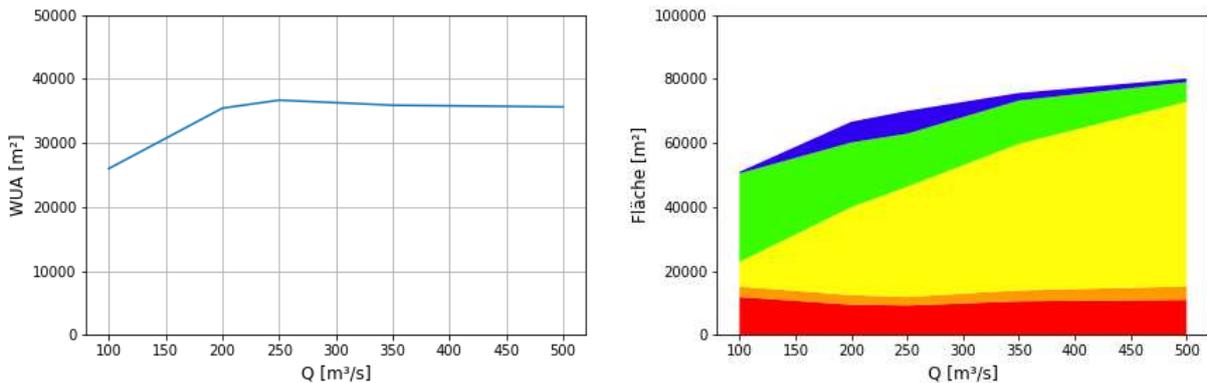


Abb. 111 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US4 Sittling

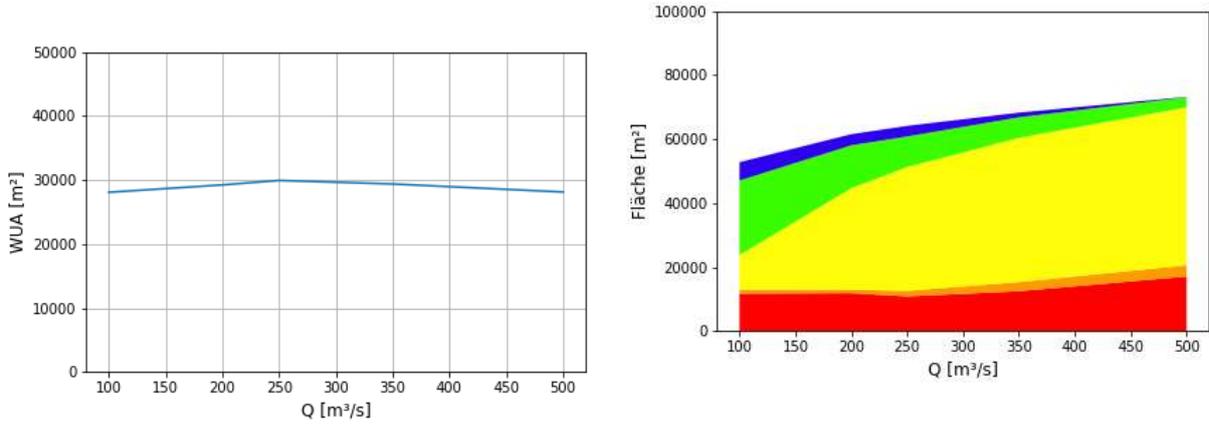


Abb. 112 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US5 Eining

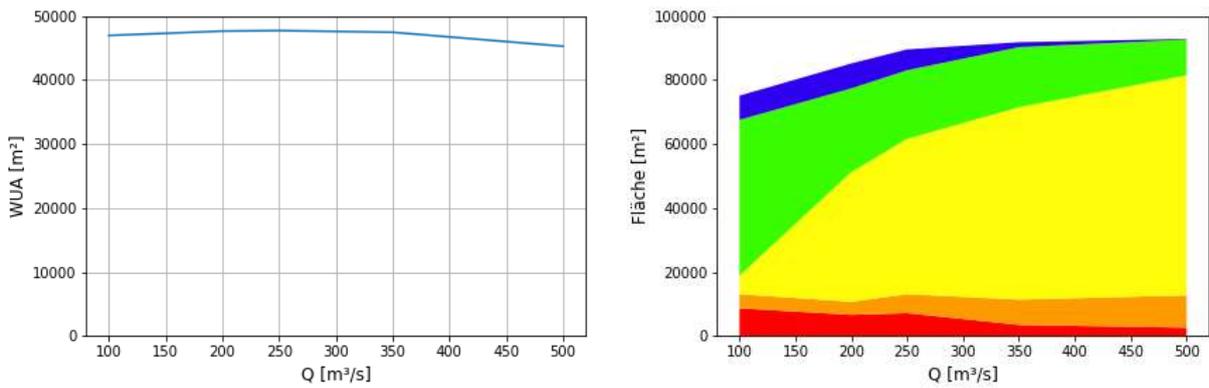


Abb. 113 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US6 Staubing rechts

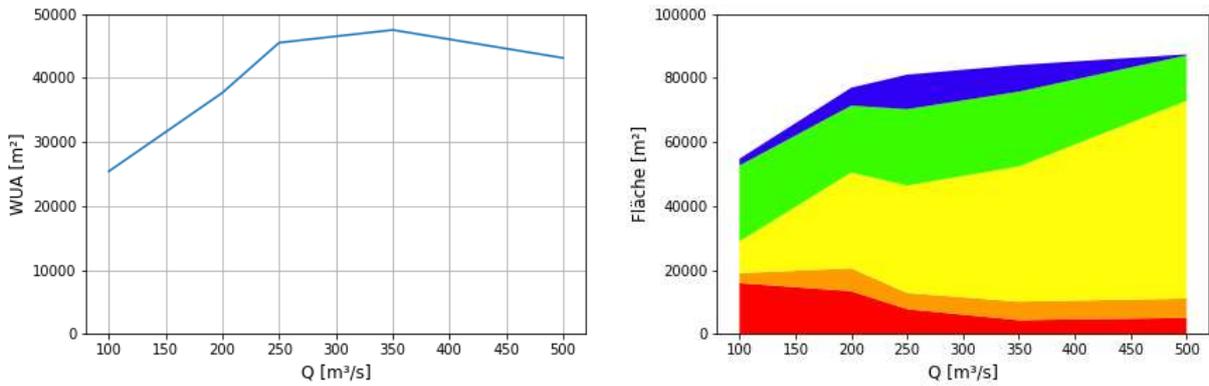


Abb. 114 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US7 Staubing links

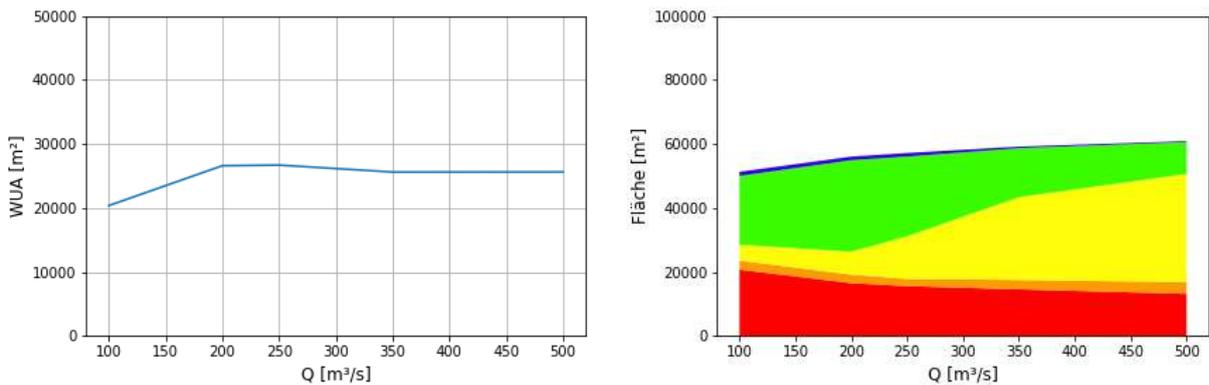


Abb. 115 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Nase Laichhabitat in US8 Kanuinsel

7.7.6 Barbe Laichhabitate

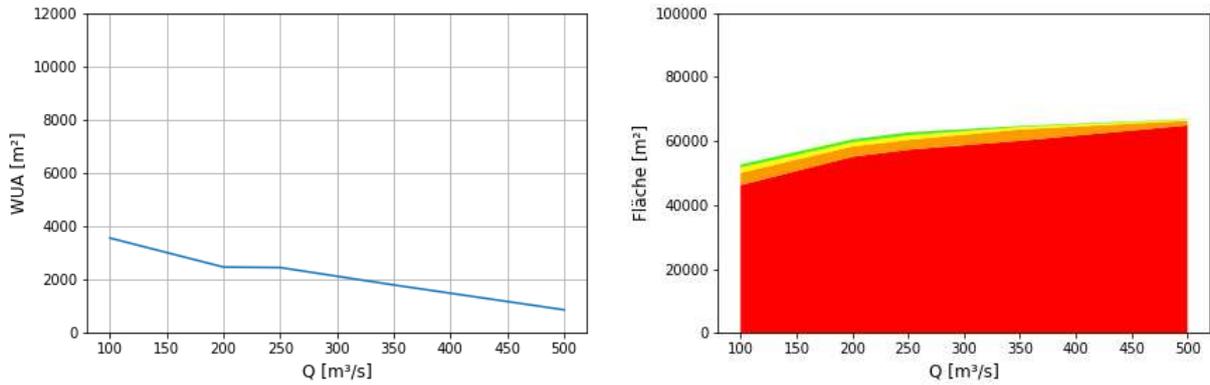


Abb. 116 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US1 Dünzing

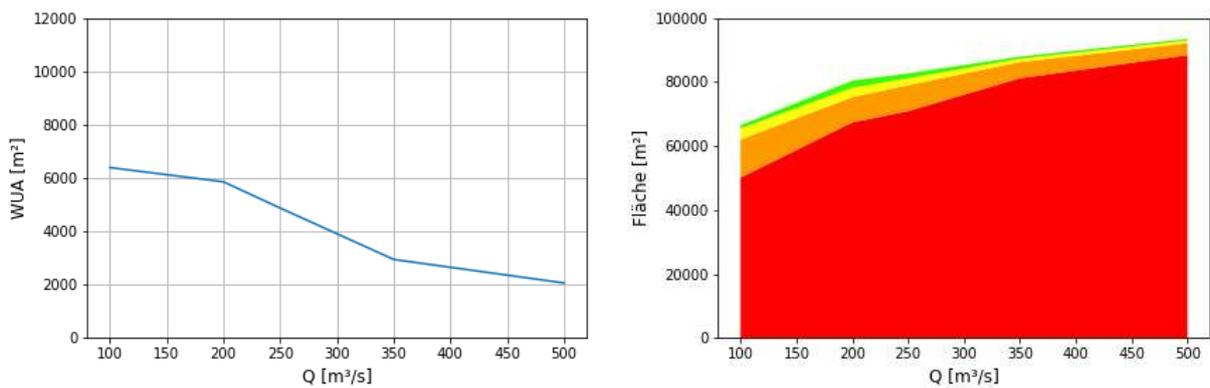


Abb. 117 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US2 Neustadt

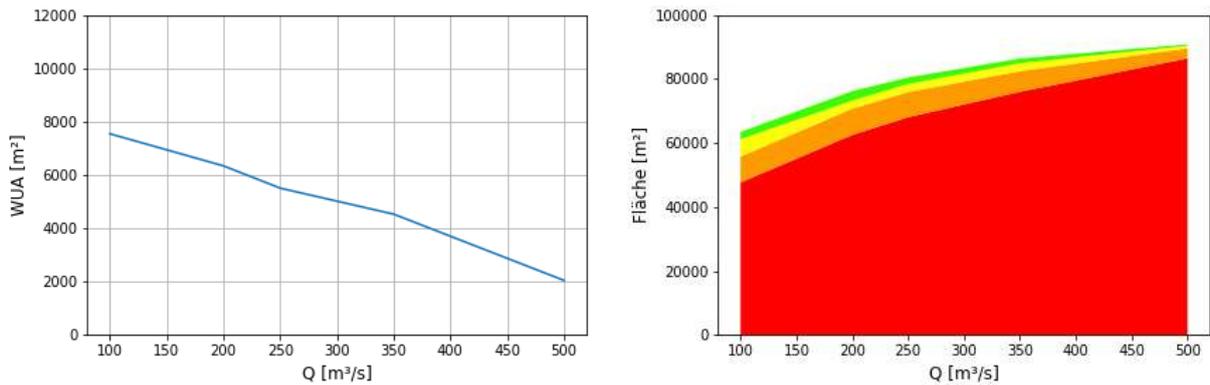


Abb. 118 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US3 Irnsing

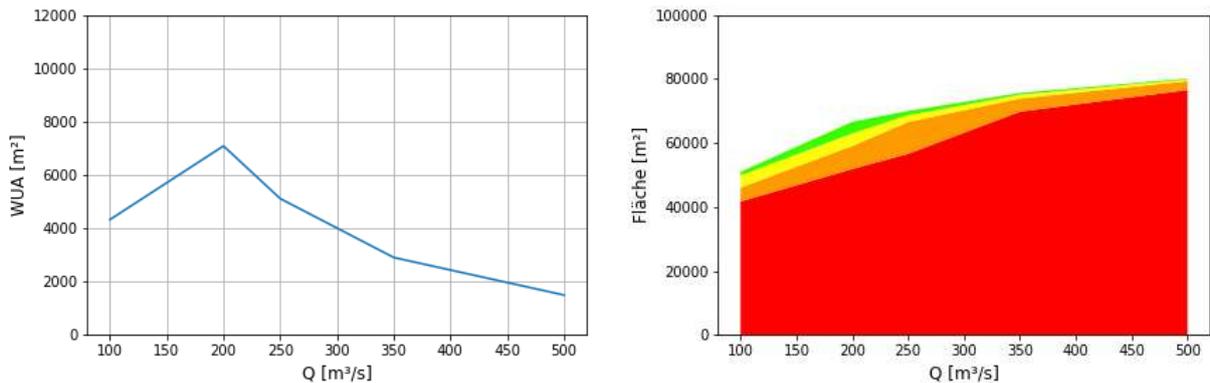


Abb. 119 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US4 Sittling

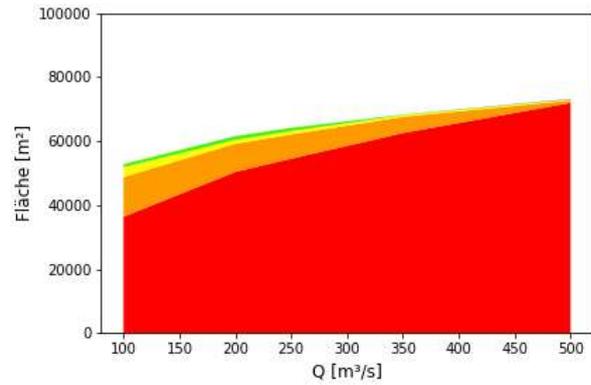
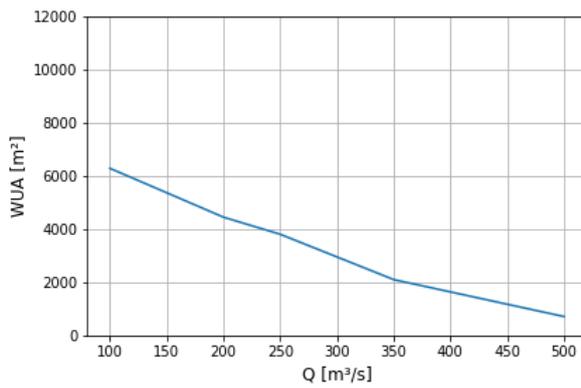


Abb. 120 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US5 Eining

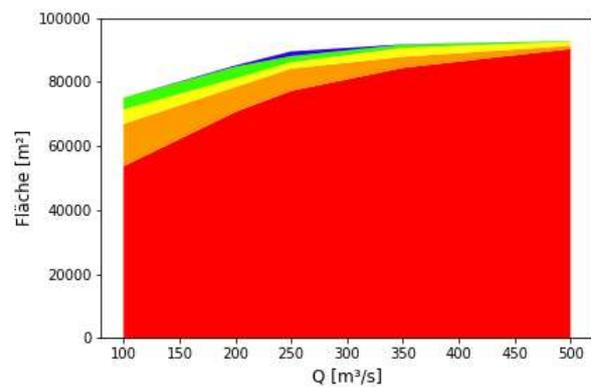
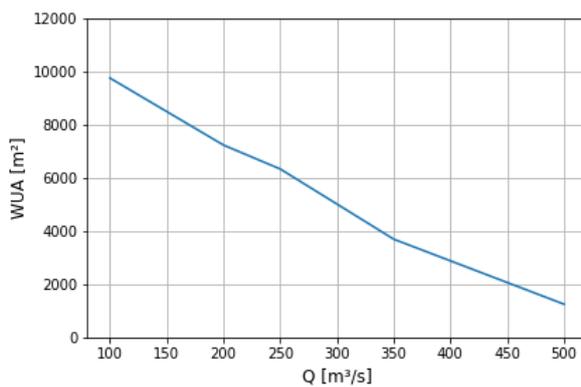


Abb. 121 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US6 Staubing rechts

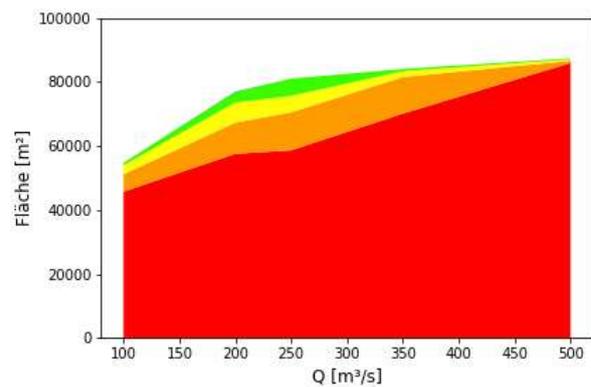
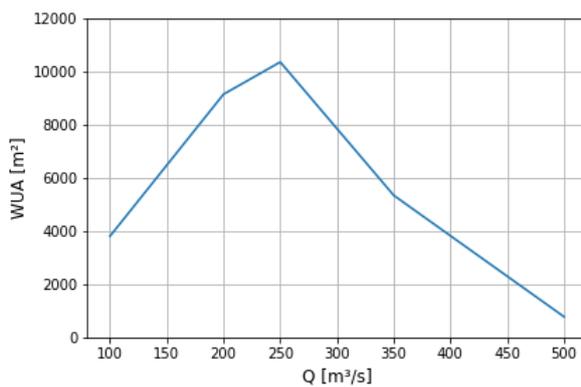


Abb. 122 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US7 Staubing links

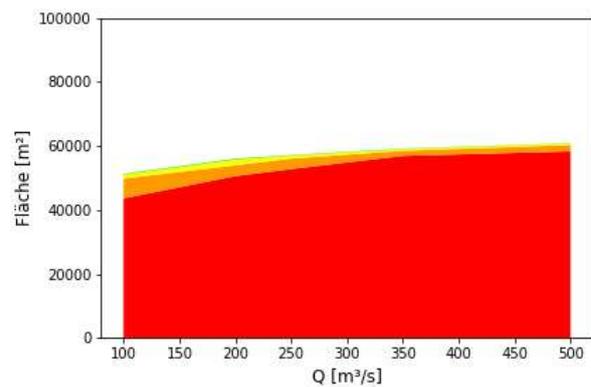
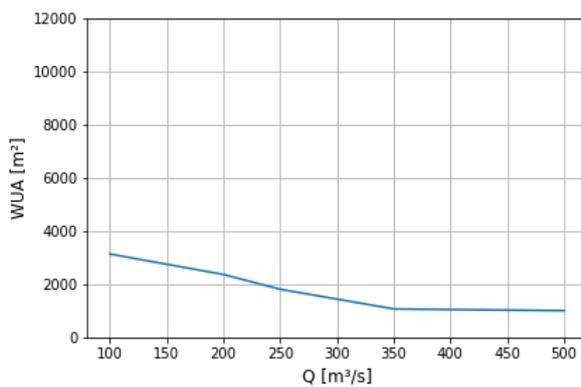


Abb. 123 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Barbe Laichhabitat in US8 Kanuinsel

7.7.7 Huchen Laichhabitate

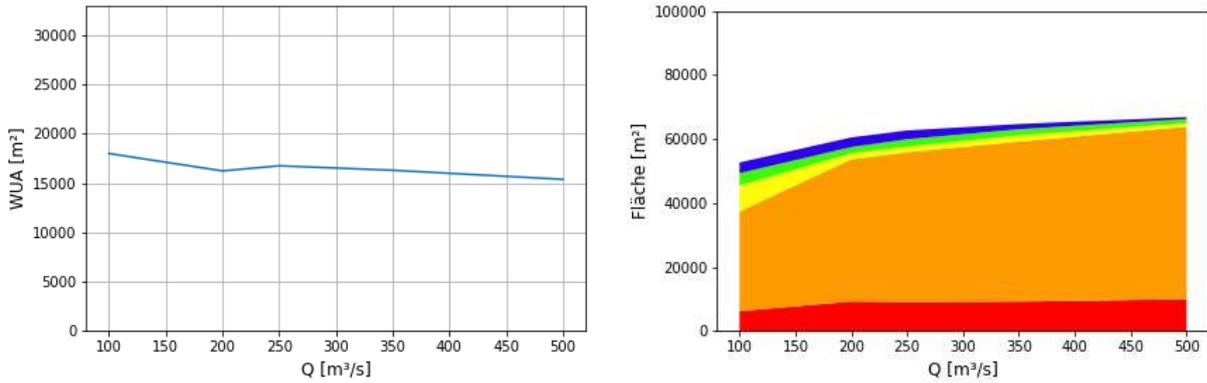


Abb. 124 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US1 Dünzing

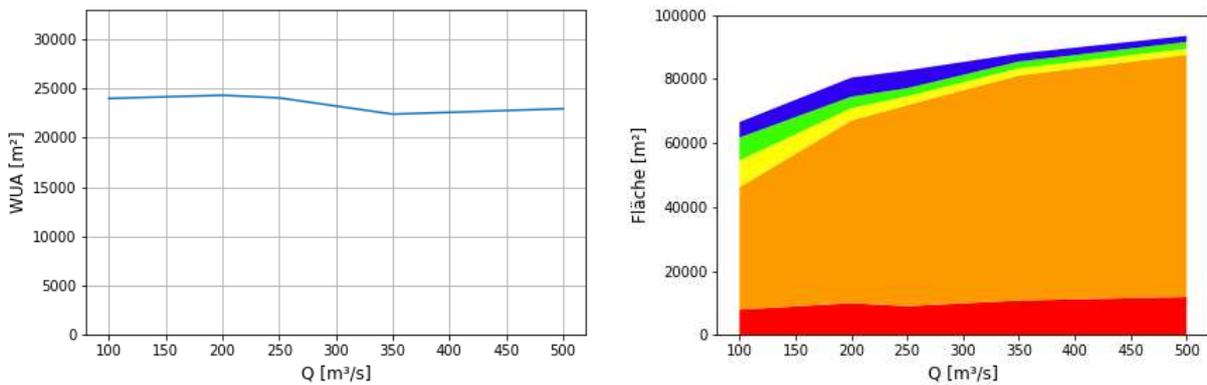


Abb. 125 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US2 Neustadt

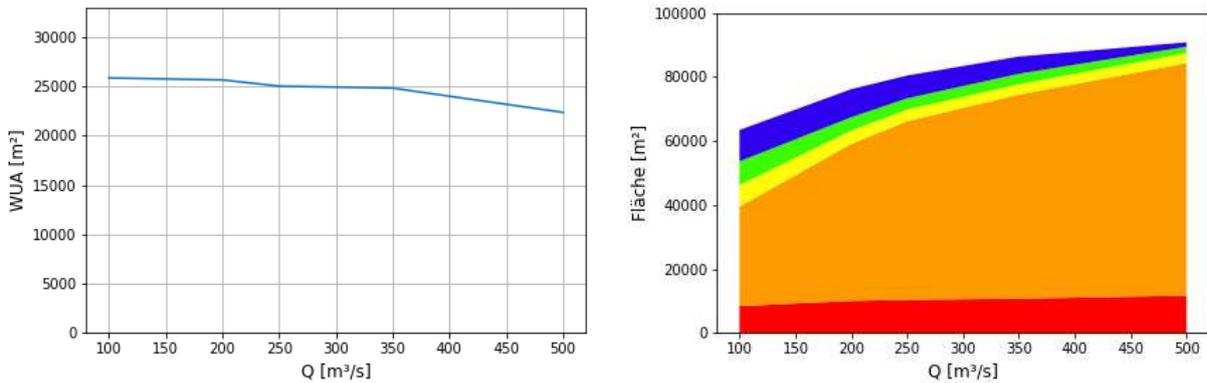


Abb. 126 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US3 Irnsing

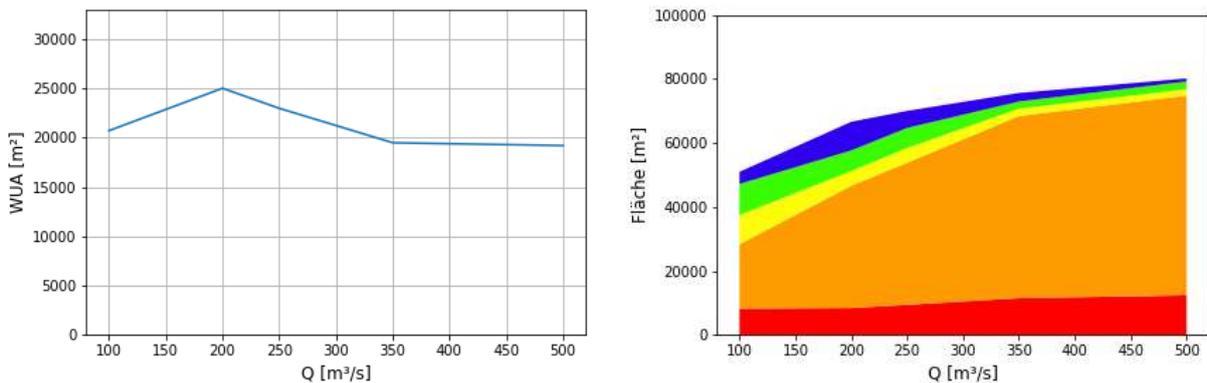


Abb. 127 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US4 Sittling

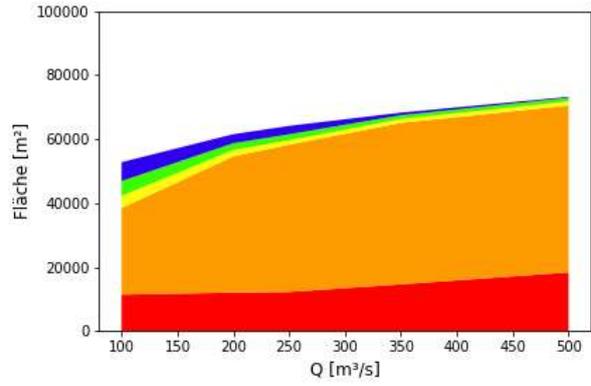
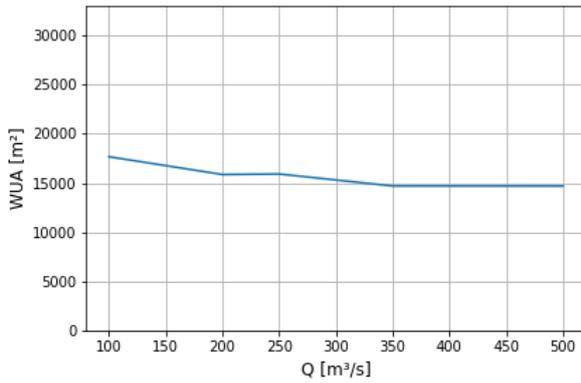


Abb. 128 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US5 Eining

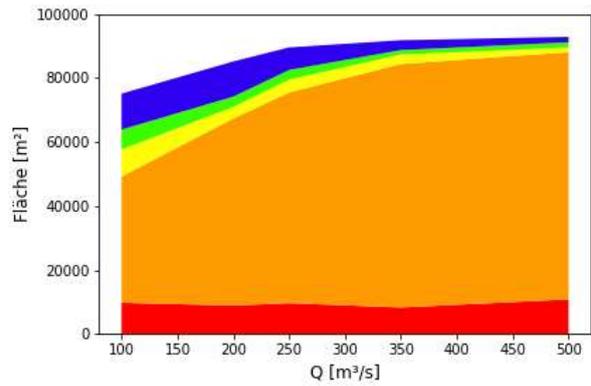
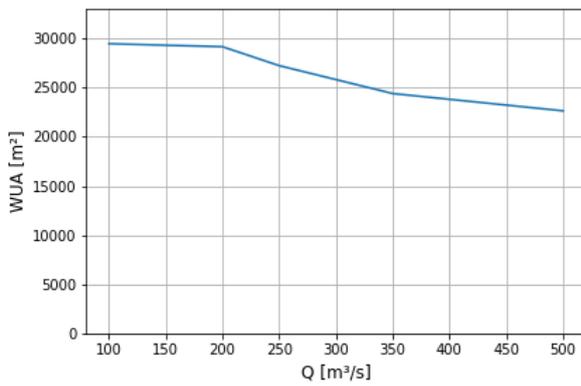


Abb. 129 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US6 Staubing rechts

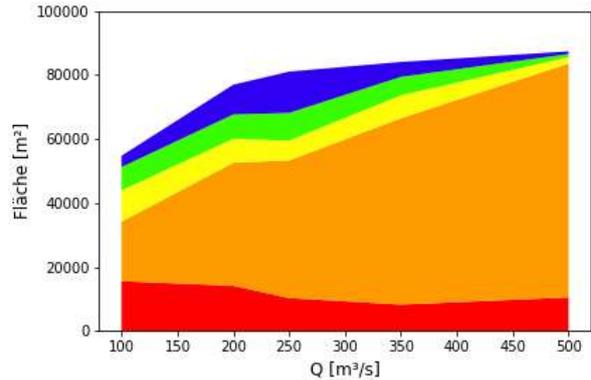
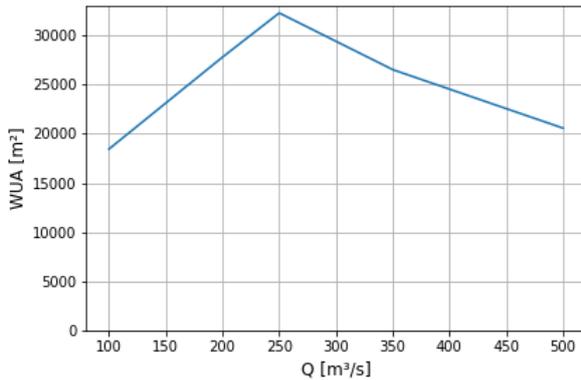


Abb. 130 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US7 Staubing links

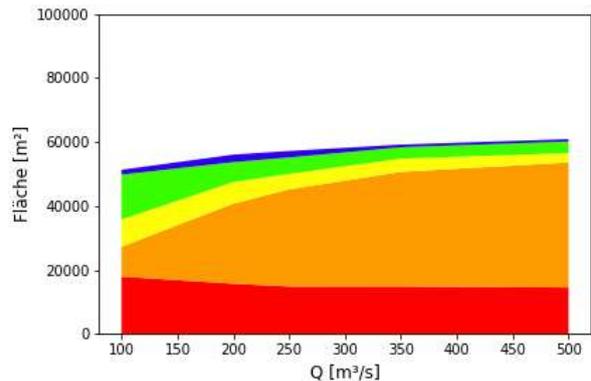
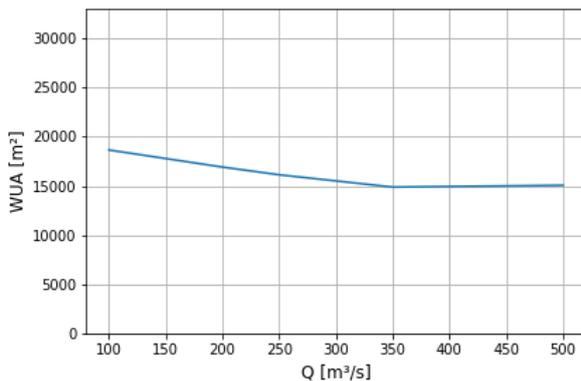


Abb. 131 WUA-Kurve (l.) und SI-Flächendiagramm (r.) Huchen Laichhabitat in US8 Kanuinsel

7.8 Q-GIS Projekt „DonauStaubing.qgz“

Diesem Abschlussbericht werden Dateien für ein Projekt in einem Geoinformationssystem beigefügt. Mit der Geoinformationssoftware Q-GIS (<https://www.qgis.org/de/site/>) können die aufgenommenen Daten wie z.B. die Standorte und Ergebnisse der Substratproben, die Orthofotos, Aufnahmen aus Begehungen, Karten oder die Abdeckung durch das hydraulische Modell betrachtet werden. Es wird dazu empfohlen eine Q-GIS Version 3.16 oder höher inklusive der Erweiterungen „ImportPhotos“ und „QuickMapServices“ zu installieren.

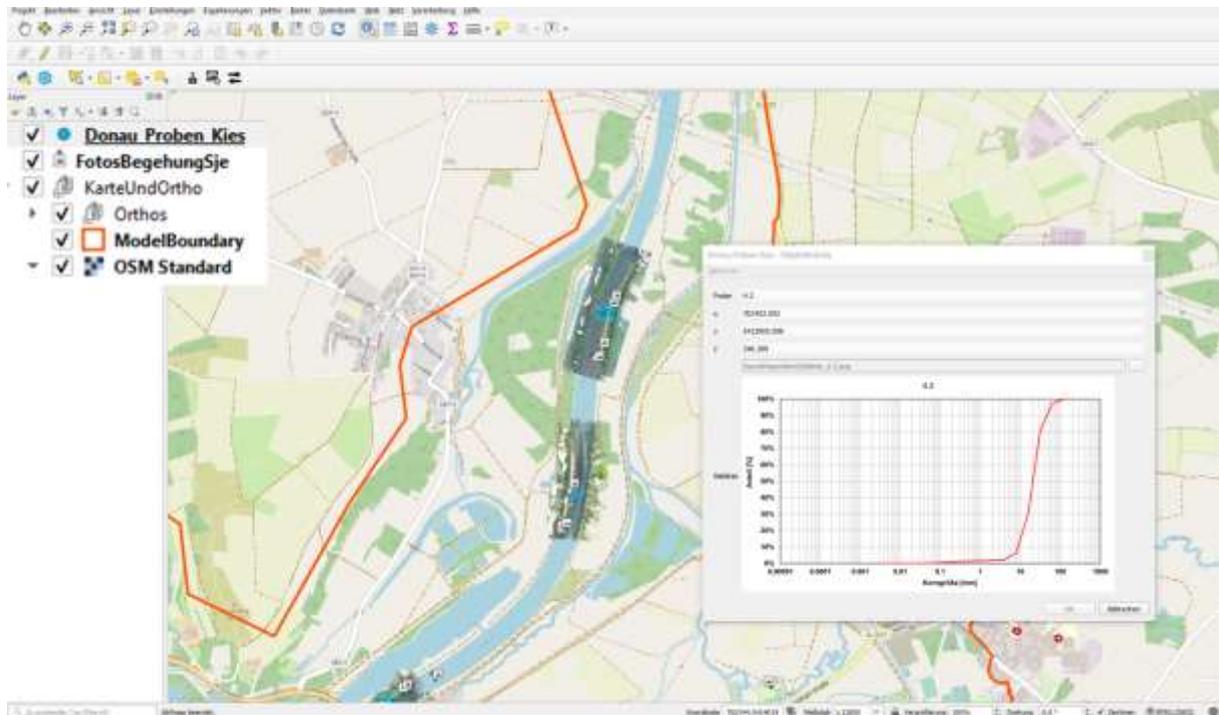


Abb. 132: Ausschnitt des erstellten QGIS-Projekts