Polder Eltheim

Sedimentationsabschätzung

Erläuterungsbericht

Projekt-Nr.: **110687** Bericht-Nr.: **02**

Erstellt im Auftrag von:
Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landshuter Str. 59
93053 Regensburg

Heiko Nöll, Anna Fischer, Julian Höhl

2018-02-05

CDM Smith Consult GmbH · Lazarettstraße 4 · 80636 München · tel: 089 889692-0 · fax: 089 889692-50 · muenchen@cdmsmith.com · cdmsmith.com/de
Bankverbindungen: Sparkasse Darmstadt IBAN DE86 5085 0150 0022 0019 81 BIC (Swift) HELADEF1DAS
Uni Credit Bank AG IBAN DE44 5082 0292 0003 0451 45 BIC (Swift) HYVEDEMM487
Commerzbank Bochum IBAN DE39 4304 0036 0221 1134 00 BIC (Swift) COBADEFF430
Niederlassung: München, eingetragen unter HRB 10957 AG Bochum
Geschäftsführung: Hans Martin Gaus (Vorsitz) · Dr. Wolfgang Ropella · Andreas Roth

Q:\110500-110999\110687\400 Arbeitsergebnisse\410 Hydraulik\0_Dokumentation\20180205_be_Bericht 02E Sedimentationsabschätzung.docm

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1 ZUSAMMENFASSUNG 4

2 VORGEHENSWEISE 4

2.1 Mathematische Hintergründe 4

2.2 Eingangdaten aus 2D-Simulation 5

2.3 Eingangsdaten aus anderen Quellen 6

2.3.1 Schwebstofffracht 6

2.3.2 Mittlerer Korndurchmesser 9

3 ANNAHMEN BEI DER SEDIMENTABSCHÄTZUNG 11

4 ERGEBNISSE 11

5 UNTERLAGEN 11

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Seite

Abbildung 2-1 Ganglinie der Donau sowie Zu- und Abfluss des Polders für Variante E1a 6

Abbildung 2-2 abfiltrierbare Stoffe, Messstelle Deggendorf;1984 – 2011 (Quelle: [U1]) .. 7

Abbildung 2-3 abfiltrierbare Stoffe, Messstelle Deggendorf; 1998 - 2017 (Quelle: WWA Deggendorf) 8

Abbildung 2-4 Korngrößenverteilung des Schwebstoffs der Donau (Universität der Bundeswehr, SUMAD - Morphologische Untersuchungen, 2005) 9

TABELLENVERZEICHNIS

Seite

Tabelle 2-1 Berechnung mittlerer Korndurchmesser: $dm = difi$ (Müller, 1943) 10

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	**Lagepläne**
Anlage 1.1	Übersichtslageplan E1a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000
Anlage 1.2	Übersichtslageplan E2a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000
Anlage 1.3	Übersichtslageplan E3a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000
Anlage 1.4	Übersichtslageplan E4a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000
Anlage 1.5	Übersichtslageplan E5a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000
Anlage 1.6	Übersichtslageplan E6a Sedimentationsabschätzung, M 1 : 20.000

1 ZUSAMMENFASSUNG

Für den Flutpolder Eltheim wurde ausgehend von der hydraulischen Simulation der sechs verschiedenen Varianten eine Sedimentationsabschätzung erstellt. Hierfür wurden die in Abschnitt 3 genannten Annahmen getroffen. Die Sedimentation hielt sich dabei, obwohl die Abschätzung aufgrund der verwendeten Methodik die reell auftretenden Mengen eher überschätzt, in sehr annehmbaren Grenzen. Die Bereiche in denen die meisten Ablagerungen auftreten, sind vor allem die Gräben, sowie die tiefliegenden Bereiche die lange eingestaut bleiben.

2 VORGEHENSWEISE

Die Sedimentationsabschätzung wurde mit einem in FORTRAN geschriebenen Programm durchgeführt. Dazu wurden die Ergebnisse der mit Hydro-AS 2D erstellten 2D-hydraulischen Simulation als Eingangdaten verwendet.

Im Folgenden wird zunächst die mathematische Vorgehensweise der Sedimentationsabschätzung beschrieben, danach wird näher auf die verwendeten Eingangsdaten eingegangen.

2.1 Mathematische Hintergründe

Ausgehend von den Ergebnissen der 2d-hydraulischen Simulation mit Hydro-AS 2D wurde im selben Netz für jeden Knoten die Sedimentationsrate für jeden Zeitschritt bestimmt:

$$s_n = p_{s,n}\, w_{st}\, C_{s,n} \;\; [\mathrm{kg/m^2s}]$$

Hierfür wurden jeweils die folgenden benötigten Zwischenwerte bestimmt:

$$C_{s,n} = \begin{cases} \dfrac{C_{s,polder} V_{polder} + C_0 V_{zufluss}}{V_n} & \text{für } V_{zufluss} > 0 \\ C_{s,n-1} & \text{für } V_{zufluss} \leq 0 \end{cases} \qquad \text{(Sedimentkonzentration im Polder)}$$

Dabei bezeichnen $C_{s,polder}$ und V_{polder} die Situation am Ende des vorhergehenden Zeitschritts, also nach der Ablagerung eines Teils des Sediments. $V_{zufluss}$ bezeichnet das neu zustömende Wasser mit der Sedimenationskonzentration der Donau (C_0). $V_n = V_{polder} + V_{zufluss}$ ist das Gesamtvolumen des Wassers zum aktuellen Zeitschritt.

$$p_{s,n} = 1 - \frac{\tau_{b,n}}{\tau_{cr}} \quad \text{(Ablagerungswahrscheinlichkeit)}$$

mit:

τ_{cr} (krit. Sohlschubspannung gem. Bautabellen f. Bauing., 12. Auflage 1996, S. 13.39)

$$\tau_{b,n} = \rho g \frac{1}{h^{1/3}} \frac{v_n^2}{k_{St}^2} \quad \text{(vorhandene Sohlschubspannung)}$$

Für jeden Zeitschritt gilt:

$$w_{st} = \frac{2r^2 g(\rho_s - \rho_w)}{9\eta} = \frac{d_m^2 g(\rho_s - \rho_w)}{18\nu\rho_w} \quad \text{(Sinkgeschwindigkeit nach Stokes)}$$

2.2 Eingangdaten aus 2D-Simulation

Aus der Simulation mit Hydro-AS 2D wurde das Berechnungsmodell übernommen. Für jeden Knoten des Netzes lagen dabei die Fließgeschwindigkeit und der Wasserstand für jeden Zeitschritt vor, sowie die aus den Modellrauheiten ermittelten Stricklerwerte.

Aus diesen Werten konnten die weiteren benötigten Eingangdaten wie Gesamtvolumen im Polder, Volumenänderung und benetzte Oberfläche ermittelt werden. Die Fläche, die den jeweiligen Knoten zugeordnet wird, konnte direkt aus den Netzdaten ermittelt werden.

Die Zuflussganglinie ist auf ein 150-jährliches Hochwasserereignis bezogen und kann in dem Bericht „Hydraulische Nachweise – Bericht Nr. 01“ [U2] detailliert eingesehen werden.

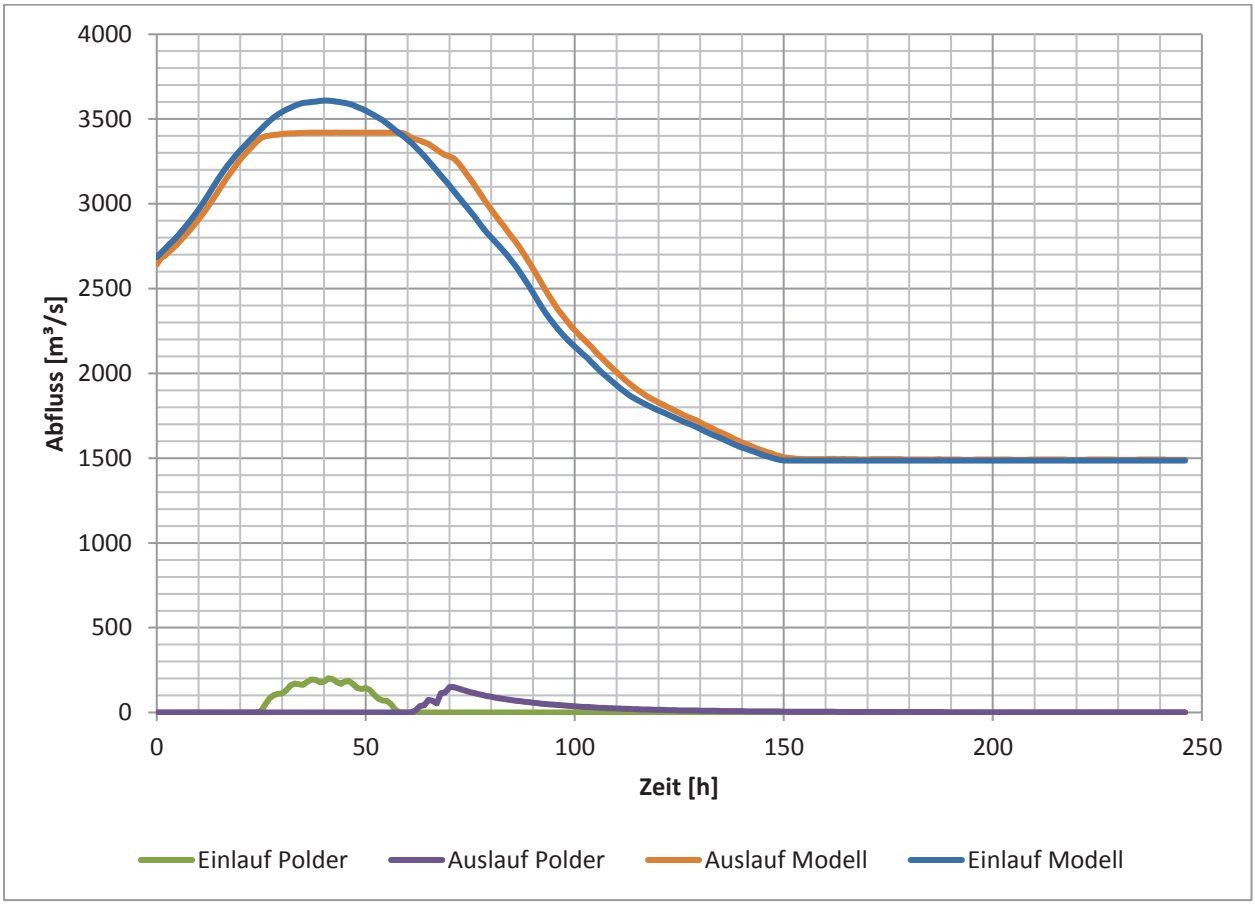


Abbildung 2-1 Ganglinie der Donau sowie Zu- und Abfluss des Polders für Variante E1a

2.3 Eingangsdaten aus anderen Quellen

Die weiteren Eingangsdaten die für die Abschätzung benötigt wurden sind Schwebstofffracht und mittlerer Korndurchmesser.

2.3.1 Schwebstofffracht

Für die Schwebstofffracht wurde der, an der vom Wasserwirtschaftamt Deggendorf betriebenen Fließgewässermonitoringstelle bei Donau-Fkm ca. 2285,6 in Deggendorf ermittelte, Extremwert von 730 mg/l vom Pfingsthochwasser 1999 verwendet. Wie in Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3 zu sehen traten auch bei den neueren Hochwasserereignissen wie 2013 keine solch hohen Werte auf.

Die Messstelle liegt etwa 70 km flussabwärts des Modellgebiets und es fließen keine größeren Gewässer in diesem Abschnitt in die Donau ein.

Der Wert von 730 mg/l für ein HQ_{100} liegt als höchster gemessener Wert auf der sicheren Seite für die Sedimentationsabschätzung.

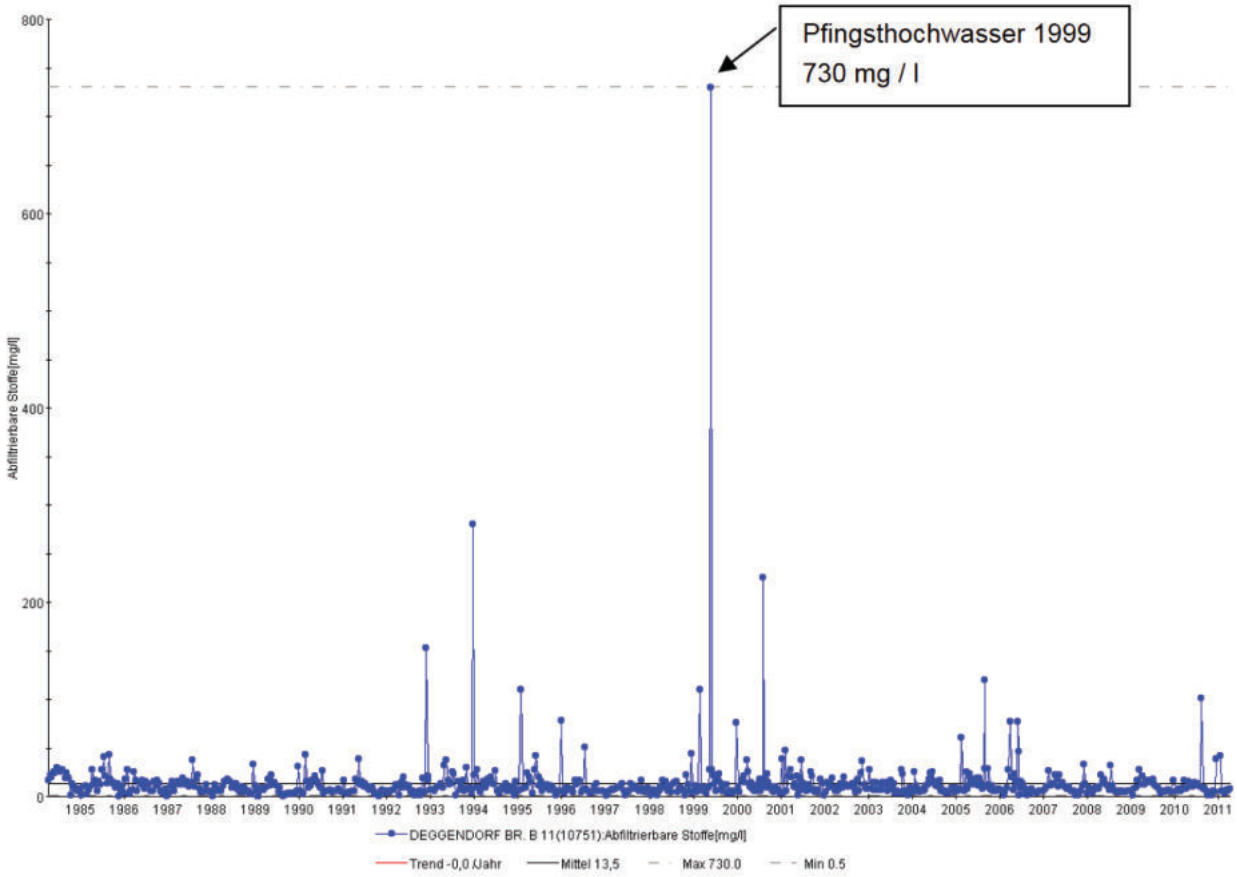


Abbildung 2-2 abfiltrierbare Stoffe, Messstelle Deggendorf;1984 – 2011 (Quelle: [U1])

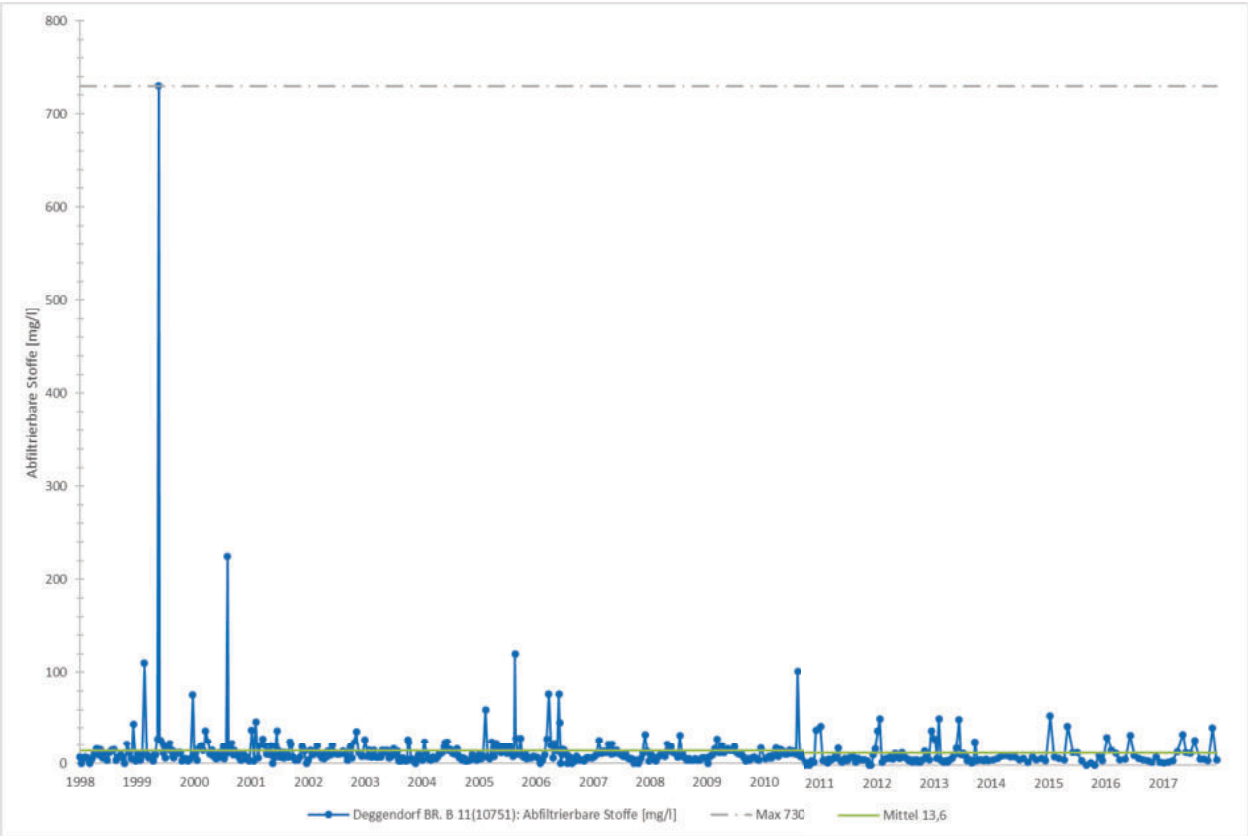


Abbildung 2-3 abfiltrierbare Stoffe, Messstelle Deggendorf; 1998 - 2017 (Quelle: WWA Deggendorf)

WASSER + UMWELT + INFRASTRUKTUR + ENERGIE + BAUWERKE + GEOTECHNIK

2.3.2 Mittlerer Korndurchmesser

Für die Messstelle Deggendorf liegt keine Korngrössenverteilung vor. Daher wurde hierfür die im Rahmen des Projekts SUMAD der Universität der Bundeswehr von 2005 an der Messstelle Ingolstadt erhobenen Daten verwendet. Für diese Messstelle liegen Daten verschiedener Hochwasserereignisse vor, wobei die Kornverteilungslinien für die größeren erfassten Ereignisse (ab 1000 m³/s) in einer sehr engen Bandbreite liegen. Die Schwebstoffe bestehen zu 80 % aus Schluffanteilen, der Sandanteil liegt bei 10 %. Gröbere Fraktionen sind nicht enthalten.

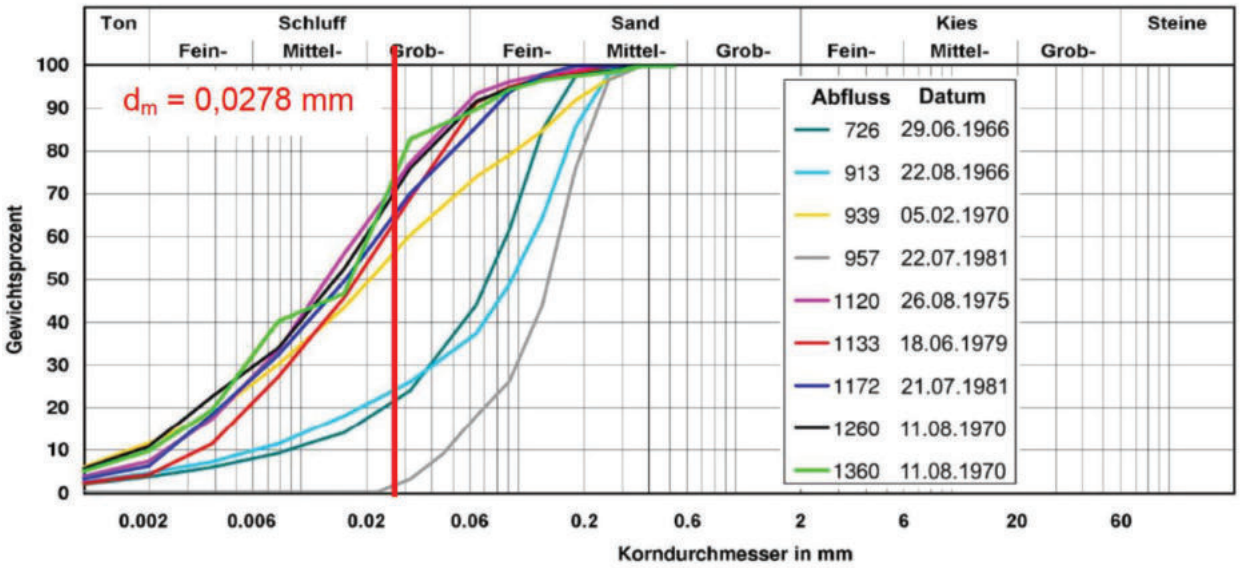


Abbildung 2-4 Korngrößenverteilung des Schwebstoffs der Donau (Universität der Bundeswehr, SUMAD - Morphologische Untersuchungen, 2005)

Der aus der Probe vom 26.08.1975 ermittelte mittlere Korndurchmesser nach Müller beträgt $d_m = 0{,}0278\ \mathrm{mm}$.

Tabelle 2-1 Berechnung mittlerer Korndurchmesser: $d_m = \sum d_i f_i$ (Müller, 1943)

d [mm]	**Siebdurchgang** [Gew.-%]	**Anteil Kornfraktion** [Gew.-%]	$d_i\, f_i$
0,5000	100,0	0,0	0,0000
0,3536	100,0	0,0	0,0000
0,2500	100,0	1,0	0,2500
0,1768	99,0	1,1	0,1945
0,1250	97,9	1,6	0,2000
0,0884	96,3	2,8	0,2475
0,0625	93,5	8,1	0,5063
0,0442	85,4	8,2	0,3624
0,0312	77,2	10,6	0,3307
0,0221	66,6	10,6	0,2343
0,0156	56,0	11,3	0,1763
0,0110	44,7	11,4	0,1254
0,0078	33,3	8,0	0,0624
0,0055	25,3	8,1	0,0446
0,0039	17,2	5,0	0,0195
0,0028	12,2	5,1	0,0143
0,0020	7,1	1,8	0,0036
0,0014	5,3	1,8	0,0025
0,0010	3,5	1,7	0,0017
0,0007	1,8	1,8	0,0013
0,0005	0,0	0,0	0,0000
	SUMME:	**100,0**	**0,0278**

3 ANNAHMEN BEI DER SEDIMENTABSCHÄTZUNG

Durch die durchgehend geringen Fließgeschwindigkeiten im Flutpolder ist anzunehmen, dass der Sedimenttransport im untersuchten Gebiet vernachlässigt werden kann. Eine Erosion des angelagerten Materials und eventuell vorhandener erodierbarer Böden wird daher vernachlässigt. Mit dieser Annahme liegt die Abschätzung zudem eher auf der sicheren Seite, da einmal abgelagertes Sediment auch während der Entleerung nicht mehr entfernt wird.

Zudem wird die Verteilung der Schwebstoffe im Wasser innerhalb des Polders für jeden Zeitschritt als Homogen angesehen.

Es werden nur Schwebstoffe betrachtet, da sich die Unterkante des Einlaufbauwerks deutlich oberhalb der Sohle der Donau befindet. Etwaige gröbere Anteile, die dennoch in den Polder gelangen, lagern sich auf Grund der schnell abnehmenden Fließgeschwindigkeit und des damit verbundenen Transportvermögens unmittelbar nach dem Einlaufbauwerk ab.

4 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Sedimentabschätzung finden sich aufgeteilt für die verschiedenen Varianten in den Anlage 1. Die dort blau schraffiert dargestellten Flächen stellen dabei Gebiete dar in denen die maximale Fließgeschwindigkeit über 0,2 m/s lag. Diese Wert von 0,2 m/s wird großteils nur kurzfristig überschritten. Tendenziell werden in diesen Bereichen eher die gröberen Anteile der Schwebstoffe bis etwa 0,4 mm Korndurchmesser abgelagert.

Die größten Ablagerungen finden sich in den Bereichen des Polders, die erst sehr spät entleert werden, also vor allem die Gräben und tiefliegenden Gebiete. Die maximale flächig auftretende Menge abgelagertes Material beträgt etwa 5 kg/m², was etwa einer Ablagerungshöhe von 3,1 mm entspricht, wenn man eine Dichte des Sediments von 1600 kg/m³ (Schluff) ansetzt. In einzelnen kleinen Bereichen treten auch minimal höhere Werte auf.

5 UNTERLAGEN

[U1] Barnerßoi, F. et al. (2012): *Raumordnungsverfahren Hochwasserrückhaltung Öberauer Schleife – Erläuterungsbericht*, Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, Deggendorf.

[U2] CDM Smith Consult GmbH, *Bericht 01: Hydraulische Nachweise für die Flutpolder Eltheim und Wörthhof*, München, 2017

[U3] Müller R. (1943): *Theoretische Grundlagen der Fluss- und Wildbachverbauungen*. Mitteilung Nr. 4 aus der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH Zürich.

CDM Smith Consult GmbH
2018-02-05

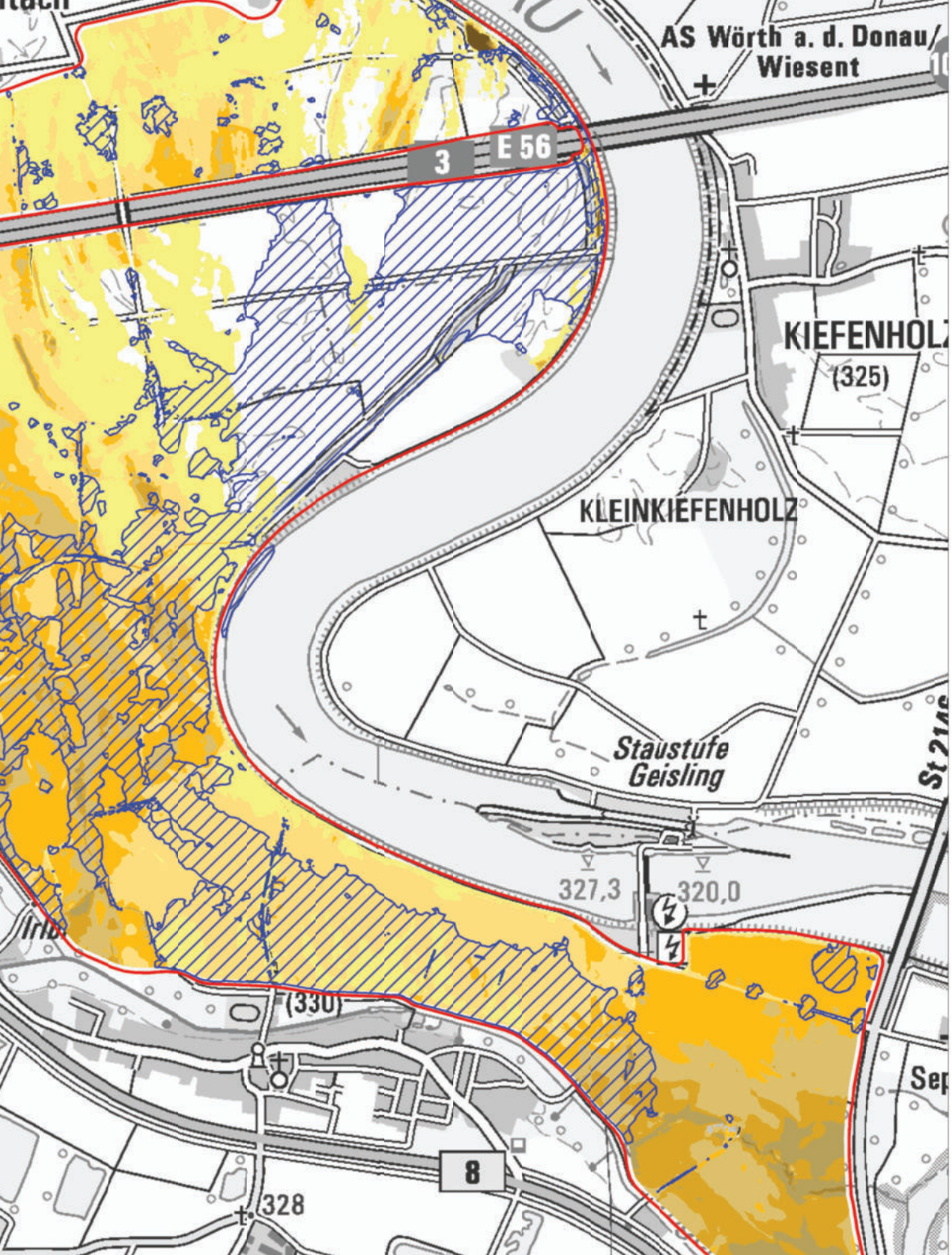
erstellt:

i.V. Heiko Nöll

i.A. Anna Fischer

i.A. Julian Höhl

WASSER + UMWELT + INFRASTRUKTUR + ENERGIE + BAUWERKE + GEOTECHNIK



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

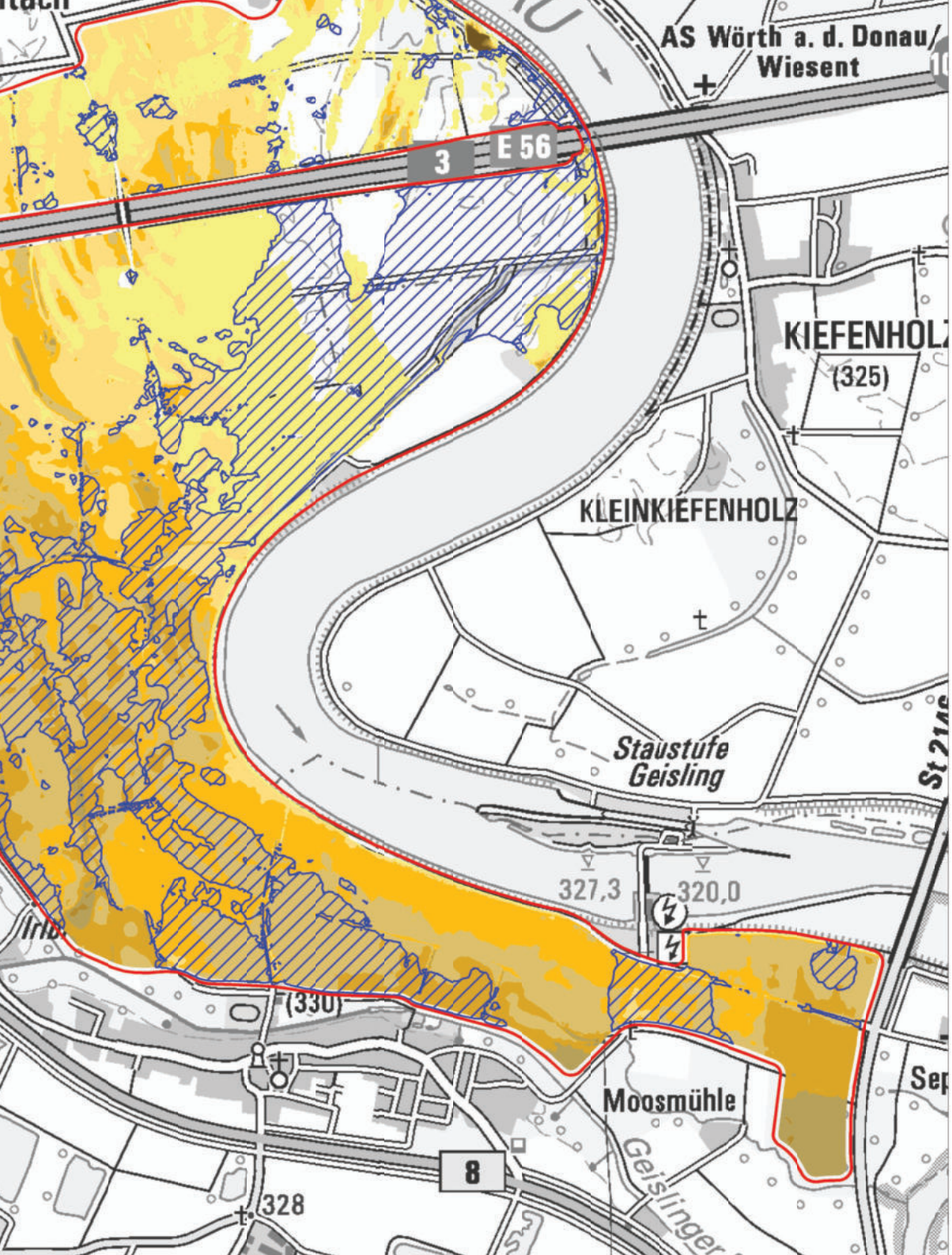
Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80587 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeinde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

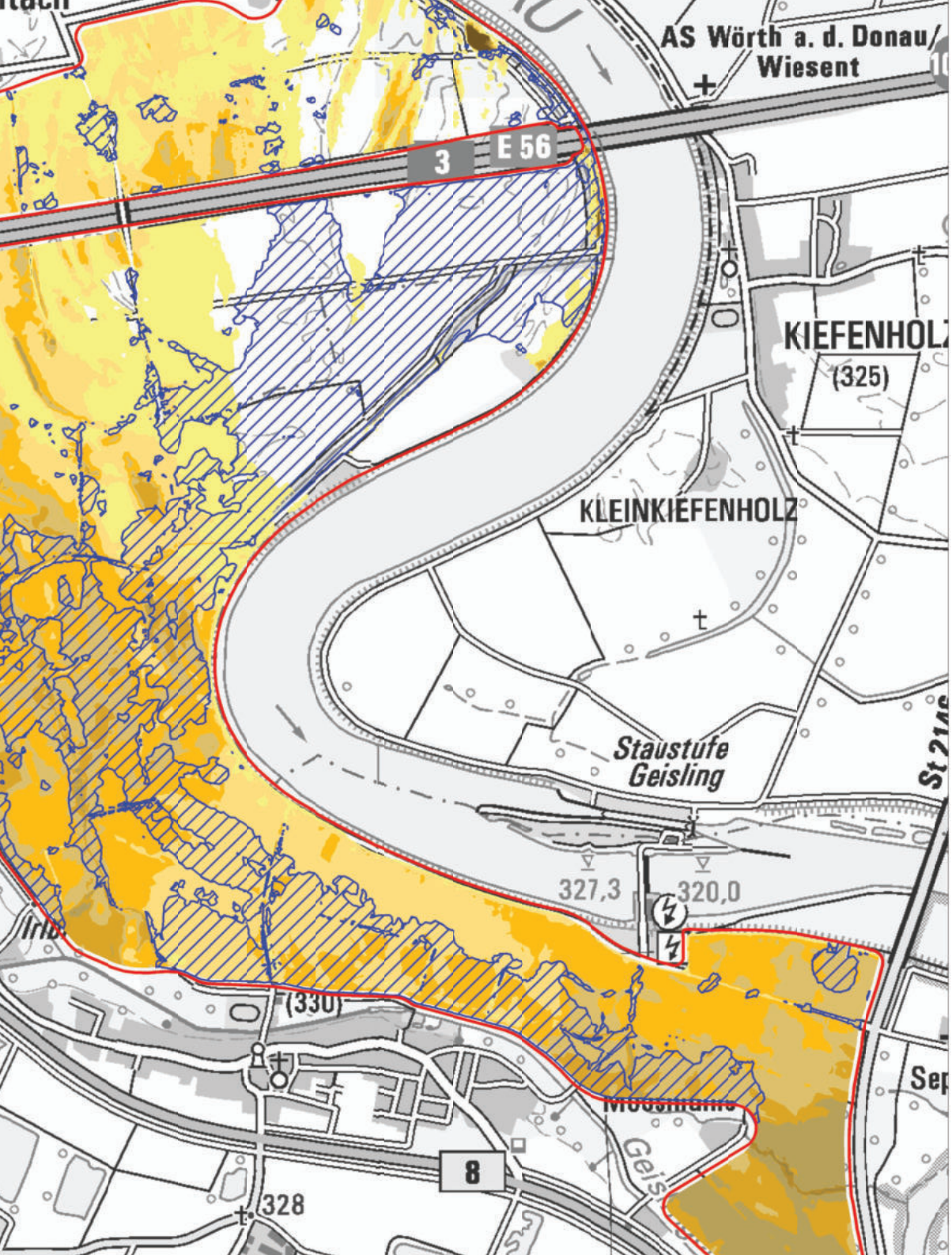
Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80687 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeinde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

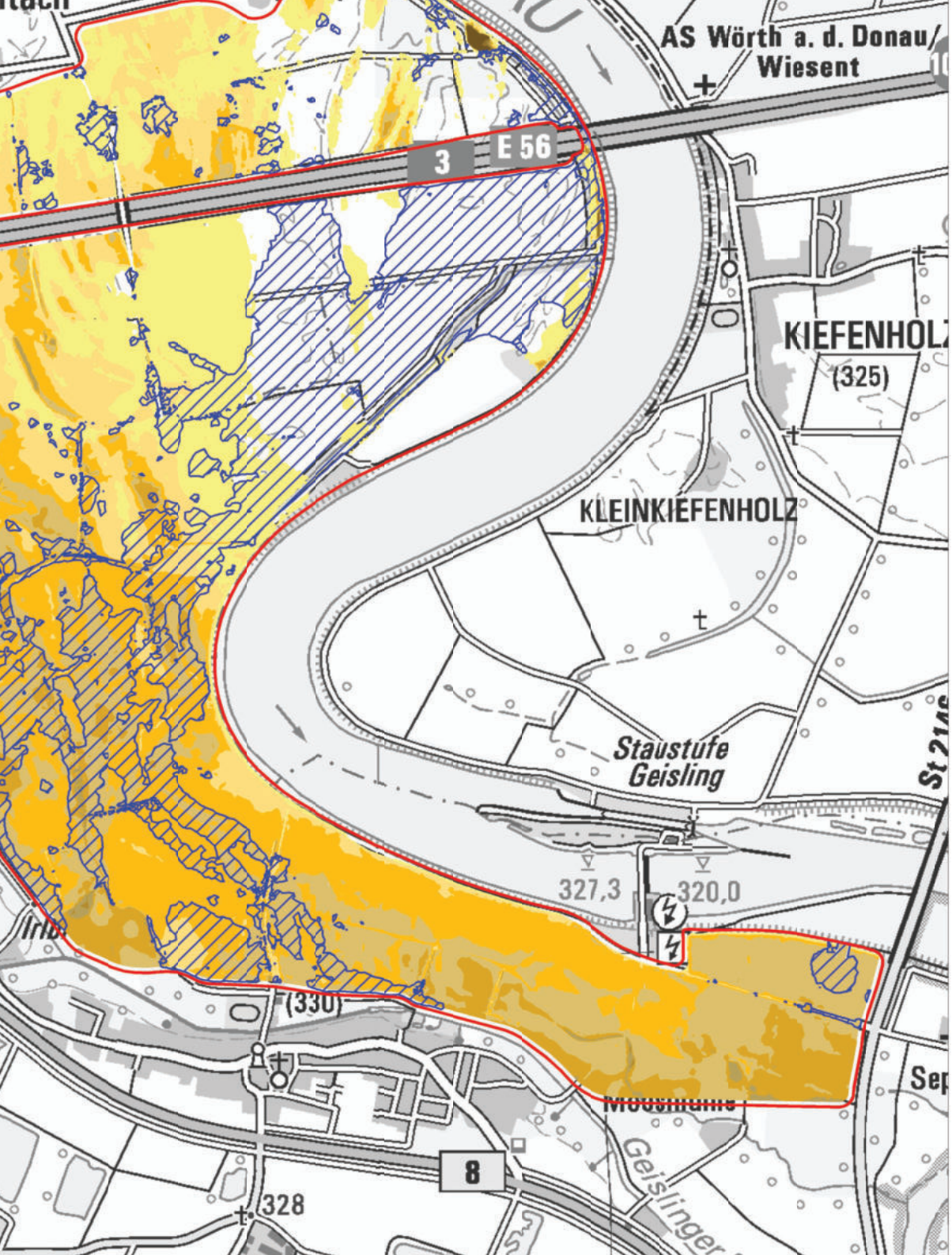
Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80587 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeinde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

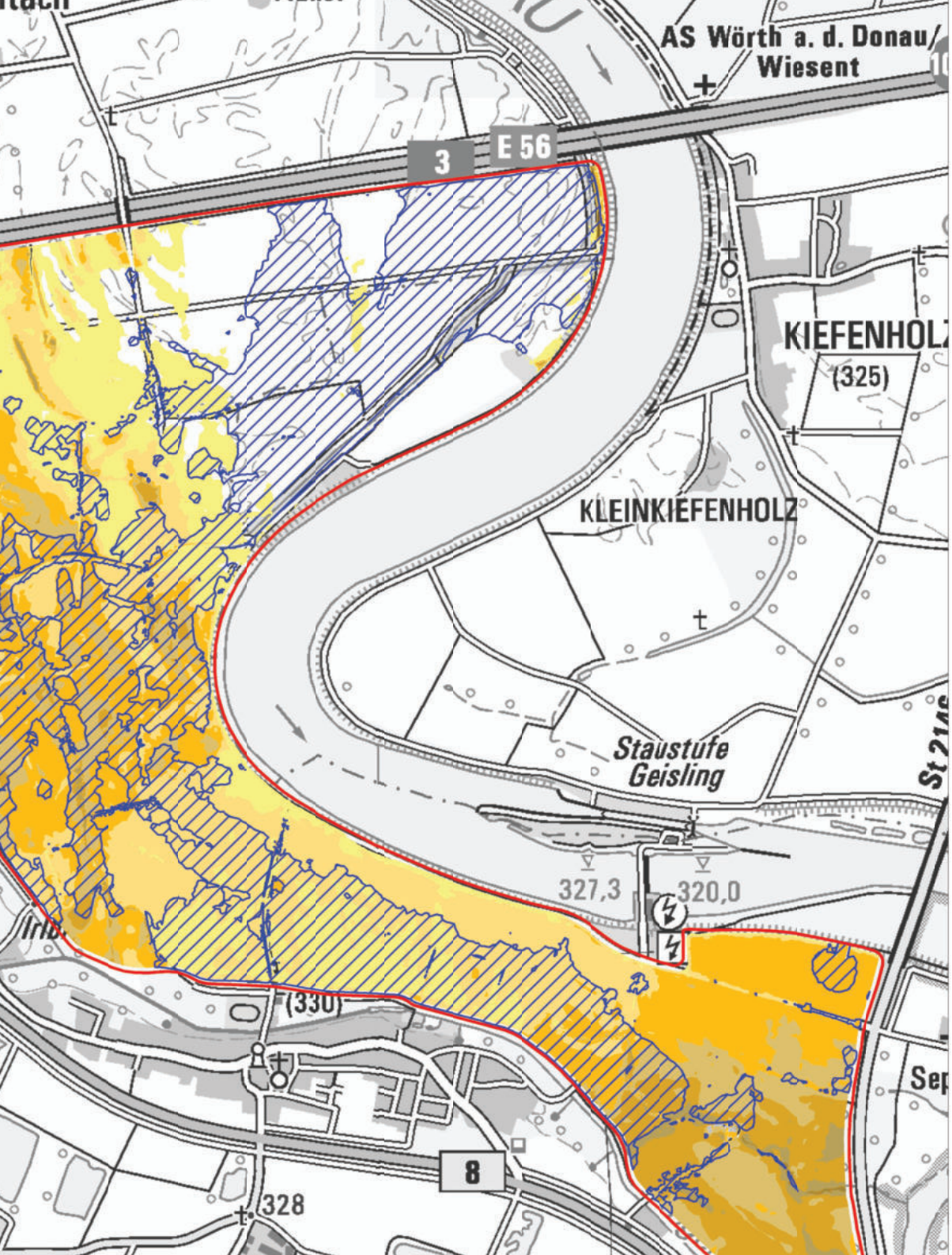
Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80587 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeinde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

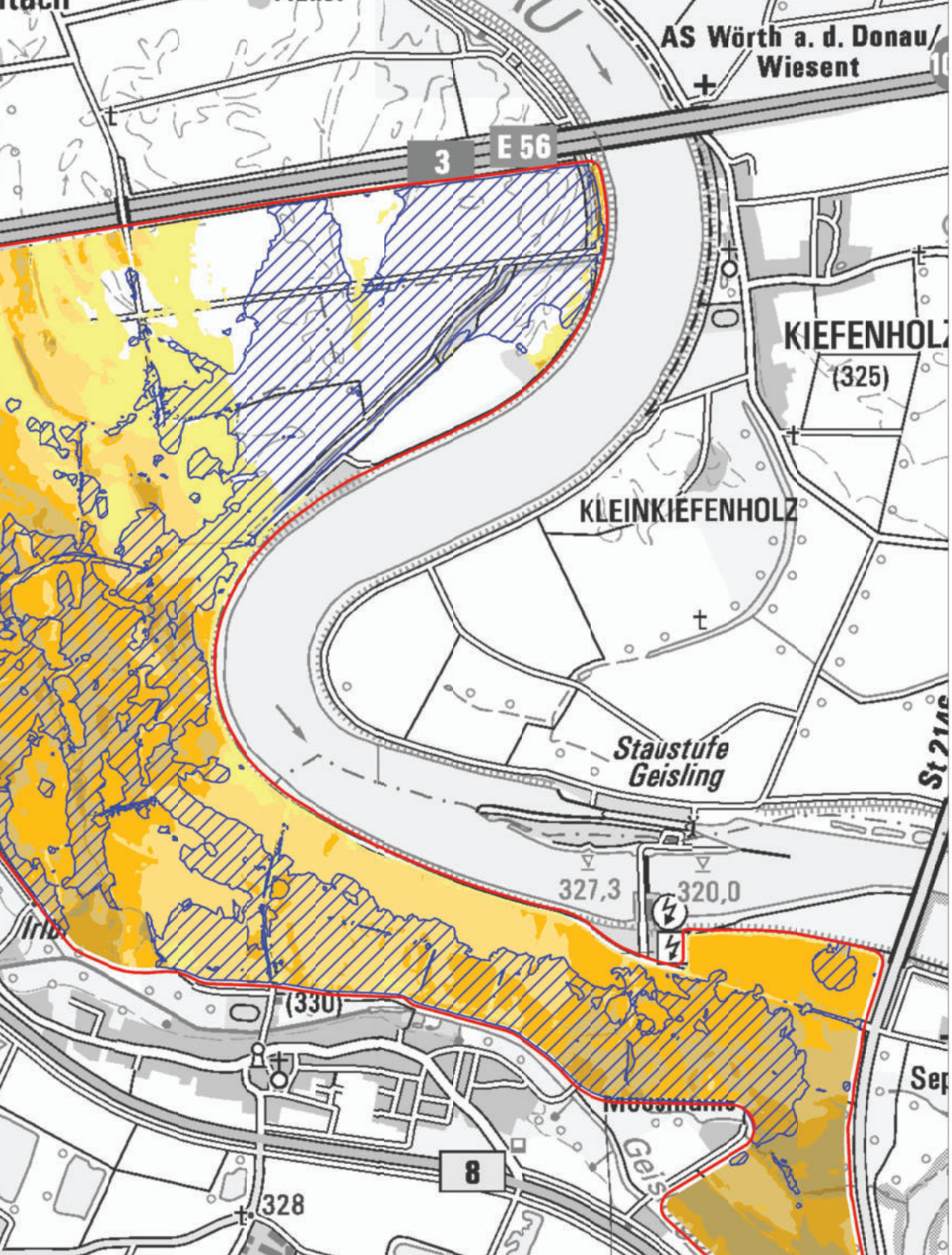
Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80687 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeirde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation



11.20	7.00
9.60	6.00
8.00	5.00
6.40	4.00
4.80	3.00
4.00	2.50
3.20	2.00
2.40	1.50
1.60	1.00
0.80	0.50

maximale Fließ-
geschwindigkeit
> 0.2 m/s

Wasserwirtscha
Rege

Ingenieurgemeinschaft:

Dorsch Gruppe Dorsch International Consultants	UNGER ingenieure Ing_agement seit 1948	
Dorsch International Consultants GmbH Landsberger Straße 368,80687 München	Unger Ingenieure Ingenieurgesellschaft mbH Colombistraße 17, 79098 Freiburg	CDM Lazar

Index	Datum	Art der Änderung

Vorhaben:	Hochwasserschutz Aktionsprogramm 2020plus Flutpolder Eltheim Raumordnungsverfahren
Vorhabensträger:	Freistaat Bayern, vertreten durch das Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landkreis:	Regensburg
Gemeinde:	Pfatter und Barbing
Vorh.-kennz. (BayIFS):	G1x3750000002
Maßstab:	Übersichtslagenplan Sedimentation