

Bebauungsplan „Bahnhofsareal West, Bereich Süd, Teile 1-3“

in Garmisch-Partenkirchen

Hydraulische Untersuchung

19.01.2024

Vorhabensträger: Markt Garmisch-Partenkirchen
Rathausplatz 1
82467 Garmisch-Partenkirchen

Verfasser:

Dr. Blasy - Dr. Øverland
Beratende Ingenieure GmbH & Co. KG

Moosstraße 3 82279 Eching am Ammersee
☎ 08143 / 997 100 info@blasy-overland.de
📠 08143 / 997 150 www.blasy-overland.de

Ea-GAP-001.01\he

Verzeichnis der Unterlagen

Erläuterungsbericht

Erläuterungsbericht

1.	Vorhabensträger	1
2.	Veranlassung und Vorgehensweise	1
3.	Datengrundlagen	2
4.	Hydrologische Grundlagen	3
5.	Hydraulische Modellierung	3
5.1	Modellierung Istzustand	3
5.2	Modellierung Planungszustand	6
6.	Ergebnisse	6
7.	Maßnahmen	9
8.	Zusammenfassung	11

1. Vorhabensträger

Vorhabensträger ist der: Markt Garmisch-Partekirchen
Rathausplatz 1
82467 Garmisch Partenkirchen.

2. Veranlassung und Vorgehensweise

Der Vorhabensträger beabsichtigt, in Garmisch-Partenkirchen den Bebauungsplan („BPlan“) „Bahnhofsareal West, Bereich Süd, Teile 1-3“ aufzustellen (siehe (Abbildung 2.1)). Von Seiten der Wasserwirtschaft wird die Erstellung von „Fließweganalysen für Starkniederschlag und Gefahren für den Planungsbereich durch Hang- bzw. wild abfließendes Wasser aus Außengebieten gefordert“.

Die Ermittlung von wild abfließendem Wasser aus den Hanglagen erfolgt über Berechnungen mit einem hydraulischen 2D-Modell.

Im Rahmen des Forschungsprojekts KARE wird für das gesamte Gemeindegebiet ein hydraulisches 2D-Modell zur Analyse von wild abfließendem Wasser erstellt, mit dem auch das o.g. Untersuchungsgebiet abgedeckt wird. Zudem wurde 2017 ein hydrologisches und hydraulisches Gutachten zum Laingraben, der südwestliche des geplanten Baugebiets gelegen ist, erstellt. Daraus ergibt sich eine Gefährdung dieses geplanten Bebauungsgebiets durch dieses Gewässer. Die bisherigen Ergebnisse der Sturzflutstudie zeigen ein ähnliches Überschwemmungsgebiet wie die Berechnungen für den Laingraben.

Um nun zu untersuchen, inwieweit es durch wild abfließendes Wasser über die Gefährdung durch den Laingraben hinaus zu Überschwemmungen im geplanten Baugebiet kommen kann, wird das hydraulische Modell so angepasst, dass der Anteil der Ausuferungen aus dem Laingraben nicht mehr zum Baugebiet gelangen kann.

In der Studie von 2017 wurden unterschiedliche Vorschläge zu Hochwasserschutz- und Ausbaumaßnahmen für den Laingraben entwickelt. Sollten die Berechnungen nun ergeben, dass über die Gefährdung durch den Laingraben hinaus noch weitere Hochwassergefahr durch wild abfließendes Wasser besteht, so werden weitere Maßnahmen vorgeschlagen oder die bisherigen Maßnahmenvorschläge ergänzt.

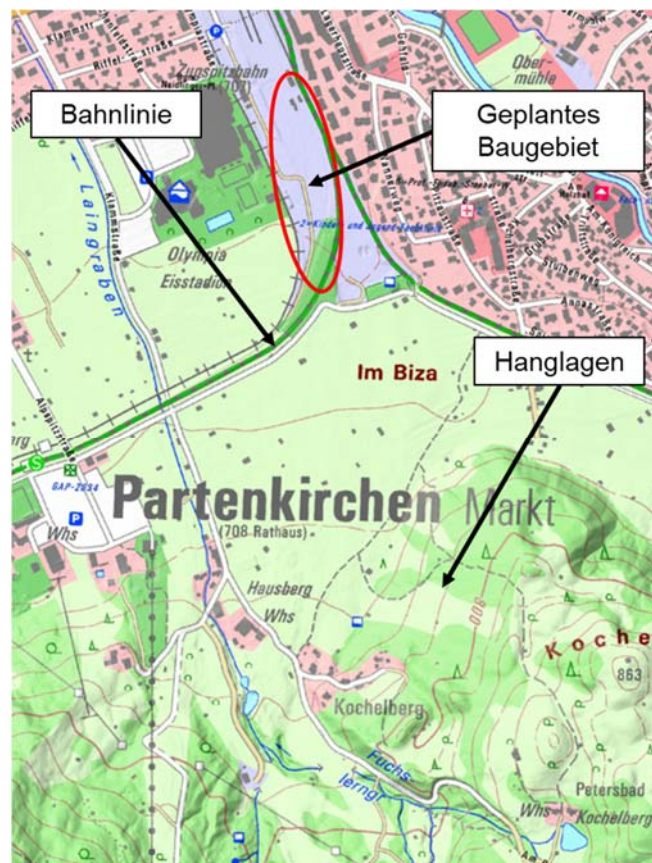


Abbildung 2.1: Übersicht über Lage des geplanten Baugebiets und der südlichen Hanglagen

3. Datengrundlagen

Für die Untersuchungen werden folgende Datengrundlagen verwendet:

- Hydraulisches 2D-Modell des Laingrabens von IB Kokai aus 2020
- Hydraulisches 2D-Modell des Projektes KARE von IB Blasy-Øverland aus 2022 basierend auf DGM1-Daten und bestehenden Modellen für Gewässer (u.a. auch o.g. Modell des Laingrabens)

Das verwendete hydraulische Modell wurde im Zuge des Projektes KARE für das gesamte Einzugsgebiet von Garmisch-Partenkirchen zur Berechnung von Sturzfluten erstellt. Darin integriert sind sämtliche Gewässer, für die bereits hydraulische Modelle vorhanden waren (u.a. Laingraben). Das Modell des Laingrabens wurde vom IB Kokai für das KARE-Projekt zur Verfügung gestellt. Neben dem Modell wurden Berechnungsergebnisse für das HQ₁₀₀ übergeben. In das Gesamtmodell wurden nur die Flussschläuche übernommen, das Vorland wurde auf Basis von DGM1-Daten neu aufgebaut. Das gesamte Untersuchungsgebiet von Garmisch-Partenkirchen ist für KARE in 3 Teilgebiete aufgeteilt. Für die hier durchgeführten Berechnungen wird jedoch nur das südliche Teilmodell verwendet.

4. Hydrologische Grundlagen

Die Berechnungen erfolgen mittels Berechnung jedes einzelnen Berechnungsknotens. Grundlage der angesetzten Niederschläge ist die Starkniederschlagsstatistik des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD-2020. Dabei wird die KOSTRA-Rasterzelle ausgewählt, die dem Gebietsschwerpunkt des Einzugsgebiets am nächsten gelegen ist. Für das Untersuchungsgebiet wird die Rasterzelle mit der Spalte 160 und der Zeile 218 ausgewählt (siehe Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Niederschlagshöhen für unterschiedliche Niederschlagsdauern nach KOSTRA

Rasterfeld 218160

(Zeile 218, Spalte 160)

Regenspende und Bemessungsniederschlagswerte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

Dauerstufe D min Std	Wiederkehrzeit T																		
	1 a		2 a		3 a		5 a		10 a		20 a		30 a		50 a		100 a		
	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	mm	l / (s ha)	
5	8,7	290,0	10,4	346,7	11,5	383,3	12,8	426,7	14,8	493,3	16,9	563,3	18,2	606,7	20,0	666,7	22,5	750,0	
10	11,0	183,3	13,1	218,3	14,4	240,0	16,1	268,3	18,6	310,0	21,2	353,3	22,9	381,7	25,1	418,3	28,3	471,7	
15	12,5	138,9	15,0	166,7	16,5	183,3	18,5	205,6	21,3	236,7	24,3	270,0	26,2	291,1	28,7	318,9	32,3	358,9	
20	13,8	115,0	16,5	137,5	18,1	150,8	20,3	169,2	23,4	195,0	26,7	222,5	28,8	240,0	31,6	263,3	35,6	296,7	
30	15,7	87,2	18,8	104,4	20,7	115,0	23,2	128,9	26,8	148,9	30,5	169,4	32,9	182,8	36,1	200,6	40,7	226,1	
45	18,0	66,7	21,5	79,6	23,7	87,8	26,5	98,1	30,6	113,3	34,9	129,3	37,7	139,6	41,3	153,0	46,5	172,2	
60	1	19,8	55,0	23,7	65,8	26,0	72,2	29,2	81,1	33,7	93,6	38,4	106,7	41,4	115,0	45,4	126,1	51,1	141,9
90	1,5	22,6	41,9	27,1	50,2	29,8	55,2	33,4	61,9	38,5	71,3	43,9	81,3	47,3	87,6	51,9	96,1	58,5	108,3
120	2	24,9	34,6	29,8	41,4	32,8	45,6	36,7	51,0	42,4	58,9	48,2	66,9	52,1	72,4	57,1	79,3	64,3	89,3
180	3	28,5	26,4	34,0	31,5	37,5	34,7	42,0	38,9	48,5	44,9	55,2	51,1	59,5	55,1	65,3	60,5	73,5	68,1
240	4	31,3	21,7	37,4	26,0	41,2	28,6	46,1	32,0	53,3	37,0	60,7	42,2	65,5	45,5	71,8	49,9	80,9	56,2
360	6	35,8	16,6	42,8	19,8	47,1	21,8	52,8	24,4	60,9	28,2	69,4	32,1	74,9	34,7	82,1	38,0	92,5	42,8
540	9	40,9	12,6	48,9	15,1	53,9	16,6	60,3	18,6	69,7	21,5	79,3	24,5	85,6	26,4	93,9	29,0	105,7	32,6
720	12	45,0	10,4	53,8	12,5	59,2	13,7	66,4	15,4	76,6	17,7	87,2	20,2	94,2	21,8	103,2	23,9	116,3	26,9
1080	18	51,5	7,9	61,5	9,5	67,7	10,4	75,9	11,7	87,6	13,5	99,7	15,4	107,7	16,6	118,0	18,2	132,9	20,5
1440	24	56,6	6,6	67,7	7,8	74,5	8,6	83,4	9,7	96,4	11,2	109,7	12,7	118,4	13,7	129,8	15,0	146,2	16,9
2880	48	71,2	4,1	85,1	4,9	93,7	5,4	104,9	6,1	121,2	7,0	137,9	8,0	148,9	8,6	163,3	9,5	183,8	10,6
4320	72	81,4	3,1	97,3	3,8	107,1	4,1	120,0	4,6	138,6	5,3	157,7	6,1	170,2	6,6	186,7	7,2	210,2	8,1
5760	96	89,6	2,6	107,0	3,1	117,8	3,4	132,0	3,8	152,4	4,4	173,4	5,0	187,2	5,4	205,3	5,9	231,2	6,7
7200	120	96,4	2,2	115,2	2,7	126,8	2,9	142,1	3,3	164,0	3,8	186,7	4,3	201,6	4,7	221,0	5,1	248,9	5,8
8640	144	102,4	2,0	122,3	2,4	134,7	2,6	150,9	2,9	174,2	3,4	198,3	3,8	214,1	4,1	234,7	4,5	264,4	5,1
10080	168	107,8	1,8	128,7	2,1	141,7	2,3	158,8	2,6	183,3	3,0	208,7	3,5	225,3	3,7	247,0	4,1	278,2	4,6

Bei der Berechnung wird nicht das vollständige Niederschlagswasser dem hydraulischen Modell zugegeben, sondern nur der effektive, abflusswirksame Niederschlag. Dieser wird mit der SCS-CN-Wert Methode ermittelt. Dabei werden zur Berechnung der Anteile, die zum Abfluss kommen und derer, die vom Boden aufgenommen werden, Landnutzungs- und Bodeneigenschaften berücksichtigt.

Die zeitliche Niederschlagsverteilung erfolgt mittlenbetont nach DVWK.

Die Berechnungen erfolgen für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis (N100).

5. Hydraulische Modellierung

5.1 Modellierung Istzustand

Für das 100-jährliche Ereignis liegen bereits Berechnungen sowohl für den Laingraben (IB Kokai, 2020) als auch für das gesamte Einzugsgebiet des Untersuchungsgebiets vor (Sturzflutberechnungen für das Projekt KARE, 2022). Für den Laingraben wurde mit einem Niederschlags-Abfluss-Modell eine Abflussmenge für ein HQ₁₀₀ berechnet und dieser Abfluss

dann punktuell direkt im Gewässer zugegeben ($14,3 \text{ m}^3/\text{s}$). Im Vergleich dazu erfolgt bei der Beregnungs-Berechnung die Zugabe des effektiven Niederschlags flächenverteilt über das gesamte Modellgebiet, so dass sich in der Folge die Fließwege ausbilden können und auch das Gewässer selbst auf diese Weise seinen Abfluss erhält. Es wurde überprüft, welche Niederschlagsdauer bei einem 100-jährlichen Ereignis maßgebend für die Überschwemmungen im geplanten Baugebiet sind. Dabei wurde festgestellt, dass bei einem 3h-Ereignis ($N = 83,3 \text{ mm}$) die größten Abflüsse und Überflutungen im Untersuchungsgebiet durch wild abfließendes Wasser auftreten.

Die Ergebnisse der beiden Berechnungen zeigen (siehe Abbildung 5.1), dass es bereits durch die Ausuferungen auf der rechten Uferseite des Laingrabens, die sich erst südlich der Bahnlinie aufstauen und nach Überströmung der Gleise schließlich weiter nach Norden fließen, zu Gefährdungen im geplanten Baugebiet kommt. Diese zeigen sich auch in den Ergebnissen der Starkregenuntersuchung.

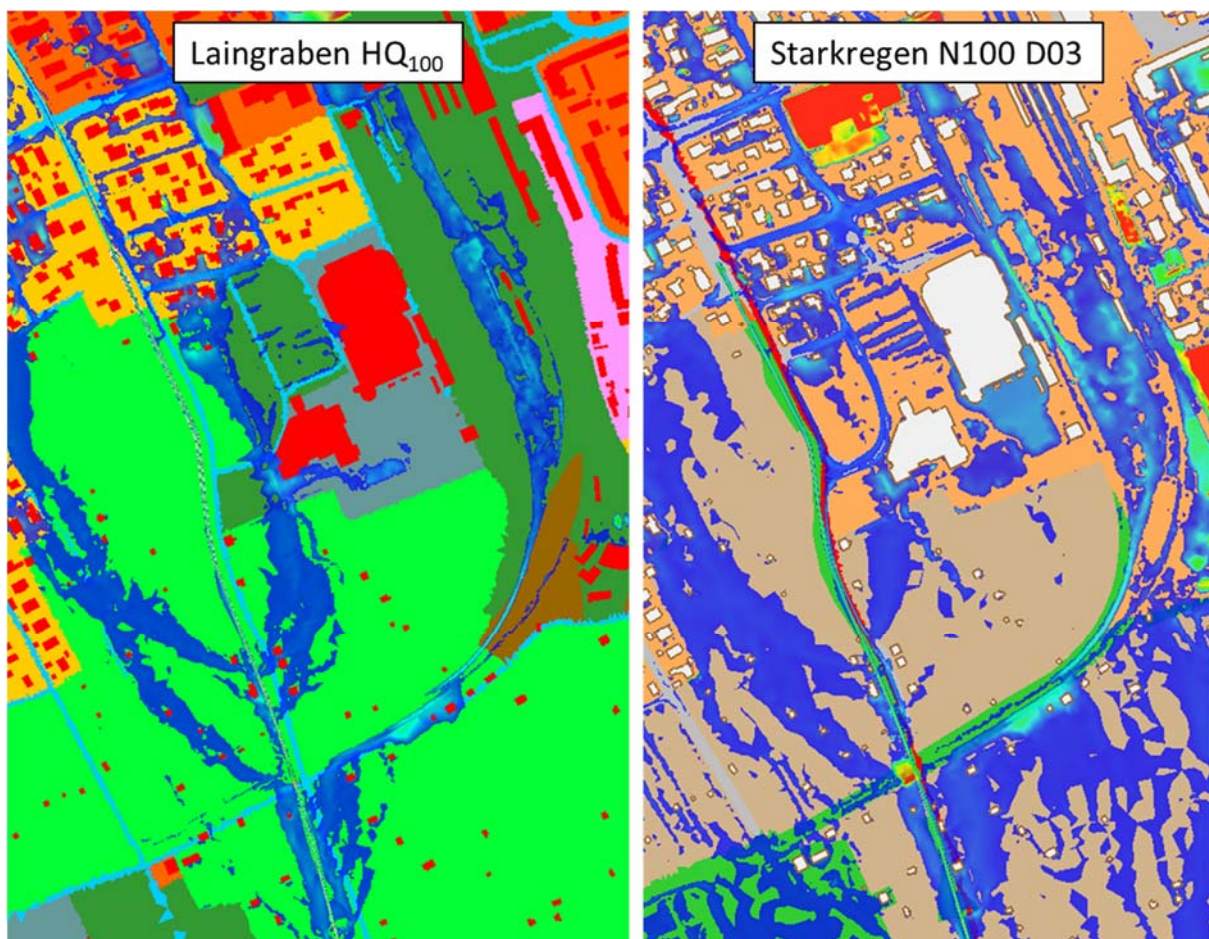


Abbildung 5.1: Vergleich der Berechnungsergebnisse HQ₁₀₀ am Laingraben (links) und der Sturzflutberechnung mit einem 100-jährlichen Niederschlag der Dauer D=3h (Ausschnitte aus den hydraulischen Modellen)

Um nun zu untersuchen, ob allein die Wassermenge, die durch die Ausuferung des Laingrabens entsteht, verantwortlich für die Hochwassergefährdung des geplanten Baugebiets ist, oder ob auch eine Gefährdung allein durch wild abfließendes Wasser auftritt, wird das hydraulische Modell der Starkregenuntersuchung derart angepasst, dass vom rechten Ufer des Laingrabens kein Wasser nach Osten fließen kann. Dabei wird der rechte Uferstrand südlich und nördlich der Bahnlinie als undurchströmbar modelliert.

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Geländehöhen außerhalb der vermessenen Gewässer auf den DGM1-Daten aus Laserscanbefliegungen basieren, die eine Höhengenaugigkeit von mindestens $\pm 0,2$ m und eine die Lagegenauigkeit von ca. $\pm 0,5$ m aufweisen. Um die genaue Höhe festzustellen, bei der die Gleise überströmt werden, sollte zusätzlich eine terrestrische Vermessung erfolgen. Zudem weisen die Geländedaten Ungenauigkeiten hinsichtlich ihrer Aktualität auf. Zum Aufnahmezeitpunkt sind nördlich und östlich des Untersuchungsgebiets einige Baugruben vorhanden (siehe Abbildung 2.1), die bei den Starkregenberechnungen gefüllt werden. Inzwischen sind diese Baugruben aufgefüllt und der neue Gebäudebestand fertiggestellt. Auf der Untersuchungsfläche selbst ist die Ermittlung eines aktuellen Istzustands ebenfalls nur eingeschränkt möglich, da während der Bauphase der umliegenden Baustellen die Brachfläche immer wieder als Fläche zur Lagerung von Abraum und Baumaterial diente und sich so die Topographie und somit potentielle Fließweg mehrfach veränderte. Aufgrund fehlender Daten zu aktuellen Geländehöhen der Neubauten außerhalb und möglicher Anschüttungen innerhalb der Fläche des Bebauungsplans wurden die Laserscandaten unverändert im hydraulischen Modell übernommen.

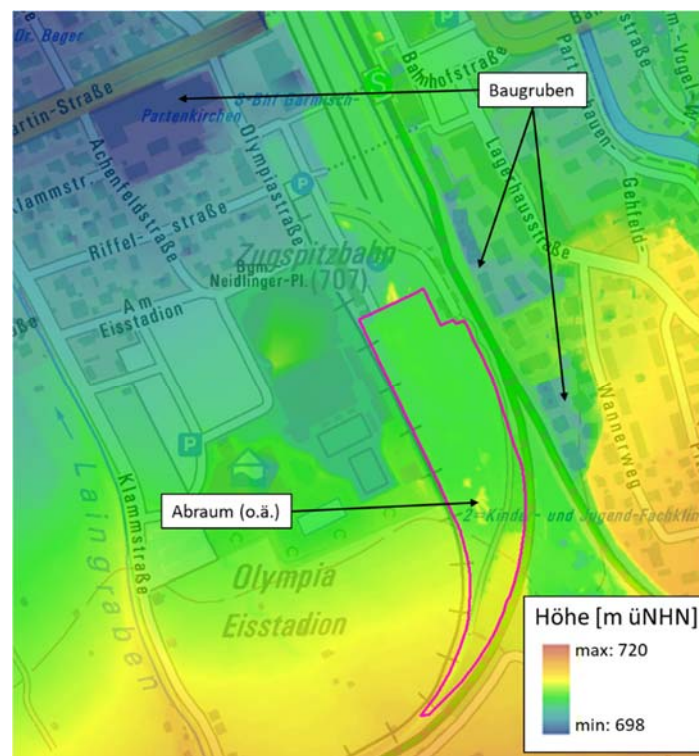


Abbildung 5.2: Farbliche Darstellung des DGM1 mit Umgrenzung des BP (pinke Linie)

5.2 Modellierung Planungszustand

Für den Planungszustand werden die Gebäudeflächen des Bebauungsplans (siehe Abbildung 5.3, blaue Linie) in das hydraulische Modell übernommen und die Geländehöhen angepasst. Dabei werden die im Bebauungsplan genannten festgelegten Höhenbezugspunkte (siehe Abbildung 5.3) an den Gebäuden übernommen und über die Baugrenzen hinaus jeweils nach Osten und Westen auf das Gelände der überplanten Fläche so übertragen, dass ein möglichst gleichmäßiges Gefälle von Süd nach Nord entsteht.



Abbildung 5.3: Auszug Bebauungsplan mit Baufäche (blaue Linie) und festgelegten Höhenbezugspunkten

6. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass durch die Wegnahme der Überflutungsmengen des Laingrabens zwar deutlich weniger Wasser auf das geplante Baugebiet gelangt, jedoch der Wasseraufstau an der Bahnlinie immer noch so hoch ist, dass die Gleise überströmt werden und das Wasser zum Baugebiet gelangt (siehe Abbildung 6.1). Insgesamt strömt eine Wassermenge von maximal ca. $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ über die Gleisanlage.

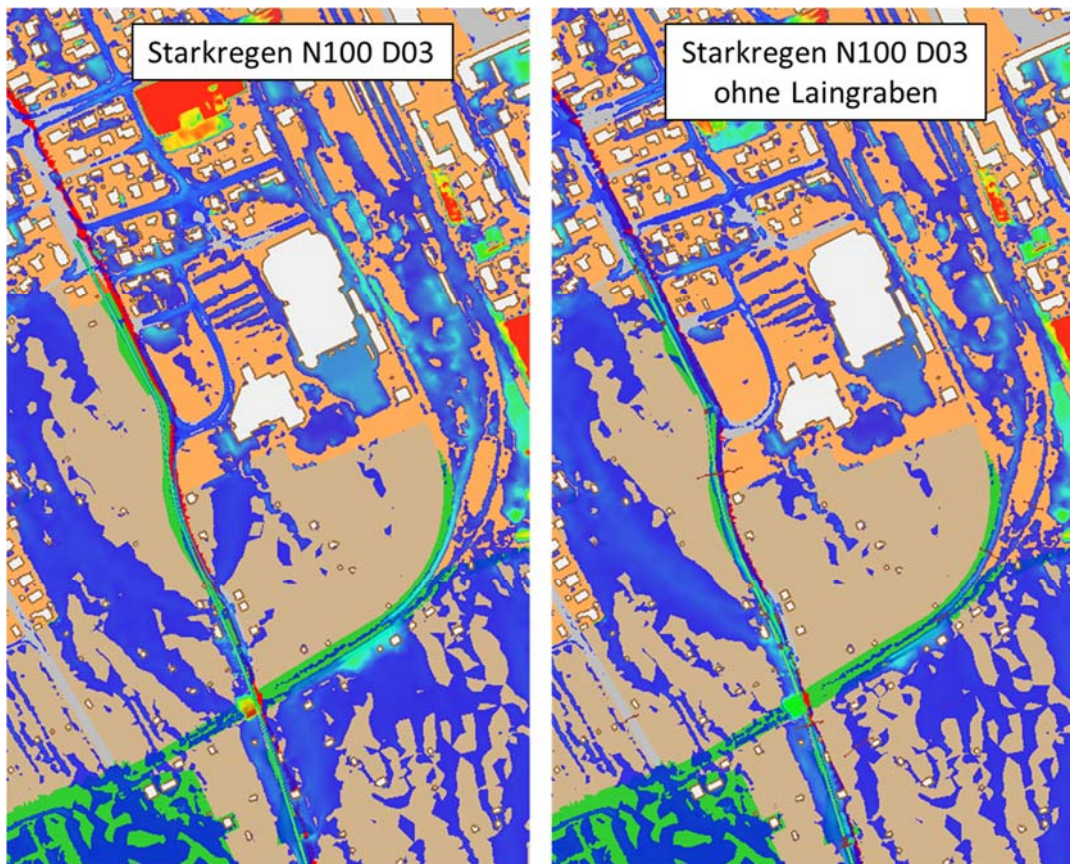


Abbildung 6.1: Sturzflutberechnung mit einem 100-jährlichen Niederschlag der Dauer D=3h (Ausschnitte aus den hydraulischen Modellen) mit (links) und ohne Ausuferungen des Laingrabens (rechts)

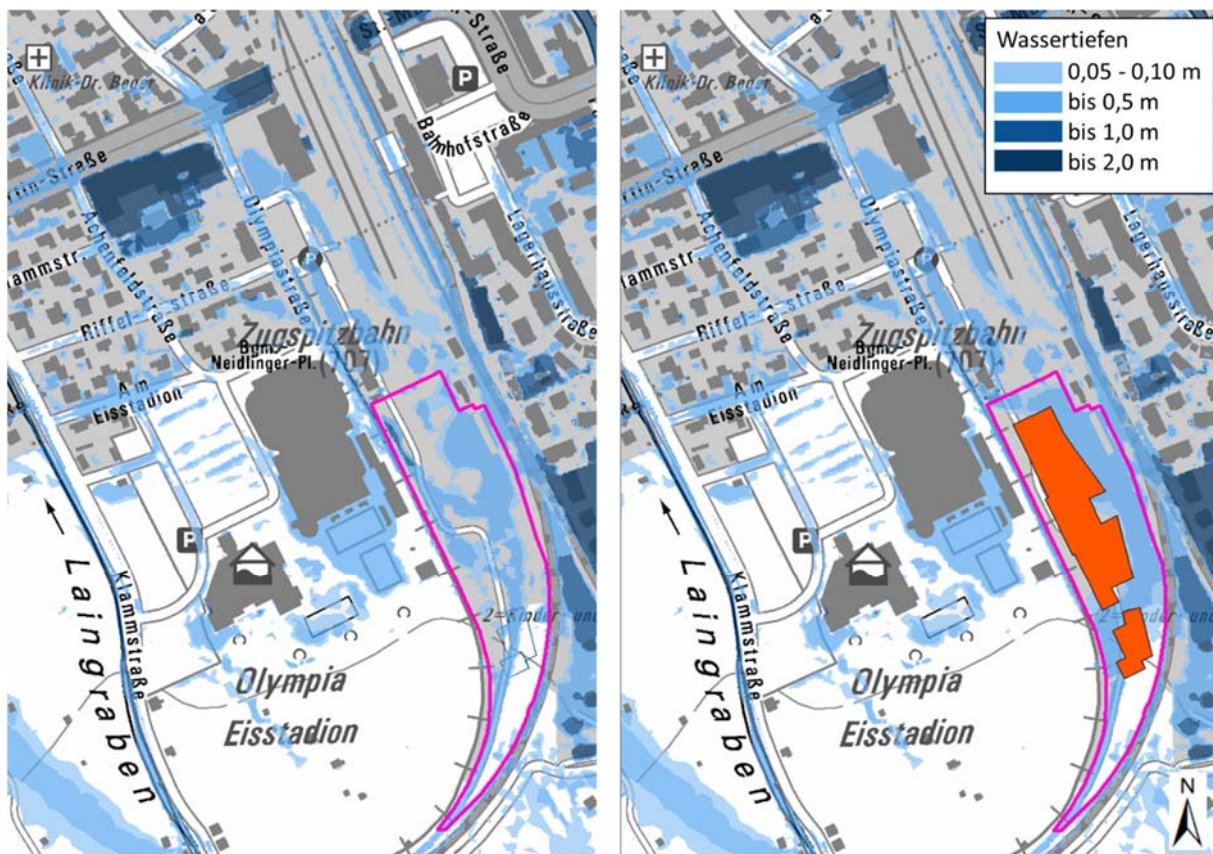


Abbildung 6.2: Sturzflutberechnung mit einem 100-jährlichen Niederschlag der Dauer D=3h, Vergleich Istzustand (links) und Planungszustand mit geplanten Gebäuden

Die Abbildung 6.2 zeigt einen Vergleich der Wassertiefen bei wild abfließendem Wasser ohne die Ausuferungen des Laingrabens im Ist- und im Planungszustand. Im Planungszustand ist zu erkennen, dass der Großteil des wild abfließenden Wassers am südlichen Gebäude v.a. auf der Westseite des Gebäudes vorbeiströmt, zwischen den beiden Gebäuden hindurchfließt und daraufhin am nördlichen Gebäude auf der Ostseite entlangfließt. Am nördlichen Ende des Gebäudes strömt das Wasser dann wieder zum großen Teil in westliche Richtung. Wie die Abbildung 6.3 mit der Differenz der Wasserspiegellagen zeigt, kommt es dadurch zu einer Vergrößerung des Abflusses auf dem Fließweg nach Norden in Richtung der Parkplätze der Zugspitzbahn. Der deutliche Anstieg des Wasserspiegels auf der Fläche an der St. Martinsstraße westlich der Olympiastraße ist auf die im Modell abgebildete Baugrube zurückzuführen, die sich im Planungszustand stärker füllt. Weitere Zunahmen der Wasserspiegellagen beschränken sich auf die Fläche des Baugebiets, v.a. östlich des geplanten nördlichen Gebäudes.

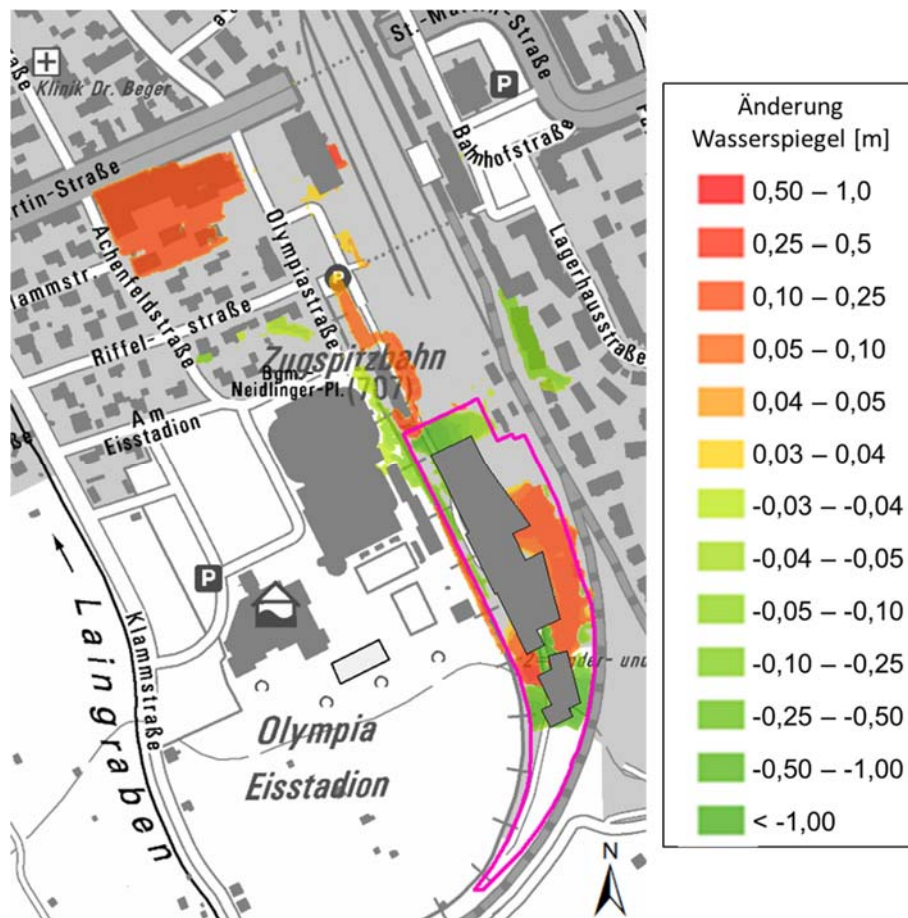


Abbildung 6.3: Änderung des Wasserspiegels (Planungszustand minus Istzustand)

7. Maßnahmen

Um das Gebiet vor wild abfließendem Wasser zu schützen sind verschiedene Varianten möglich:

- Rückhaltung des wild abfließenden Wassers
- Umleitung des wild abfließenden Wassers
- Hochwasserangepasste Bauweise

Rückhaltung von wild abfließendem Wasser:

Eine Rückhaltung des wild abfließenden Wassers ist v.a. südlich der Bahnlinie sinnvoll, um gleichzeitig auch den Gleiskörper selbst vor einem Aufstau zu schützen. Die Rückhaltung

könnte auch mit Hochwasserschutzmaßnahmen am Laingraben im Nebenschluss kombiniert werden (siehe Abbildung 7.1).

Umleitung des wild abfließenden Wassers

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Umleitung des wild abfließenden Wasser nach Osten in die brach liegende Fläche zwischen der Gleise (siehe Abbildung 7.1).



Abbildung 7.1: Mögliche Schutzmaßnahmen durch Rückhaltung oder Umleitung

Hochwasserangepasste Bauweise

Unabhängig von weiteren Schutzmaßnahmen sollten die geplanten Gebäude in hochwasserangepasster Bauweise ausgeführt werden. So sollten z.B. Eingänge und Kellerschächte erhöht liegen, Zufahrten zu Tiefgaragen über eine Schwelle erfolgen. Abbildung 7.2 zeigt die an den geplanten Gebäuden anstehenden Wassertiefen. Exakte Wasserspiegelhöhen können erst nach Planung der Außenbereiche und deren Berücksichtigung im Modell gegeben werden. Diese Planungstiefe liegt zum gegenwärtigen Planungsstand noch nicht vor.

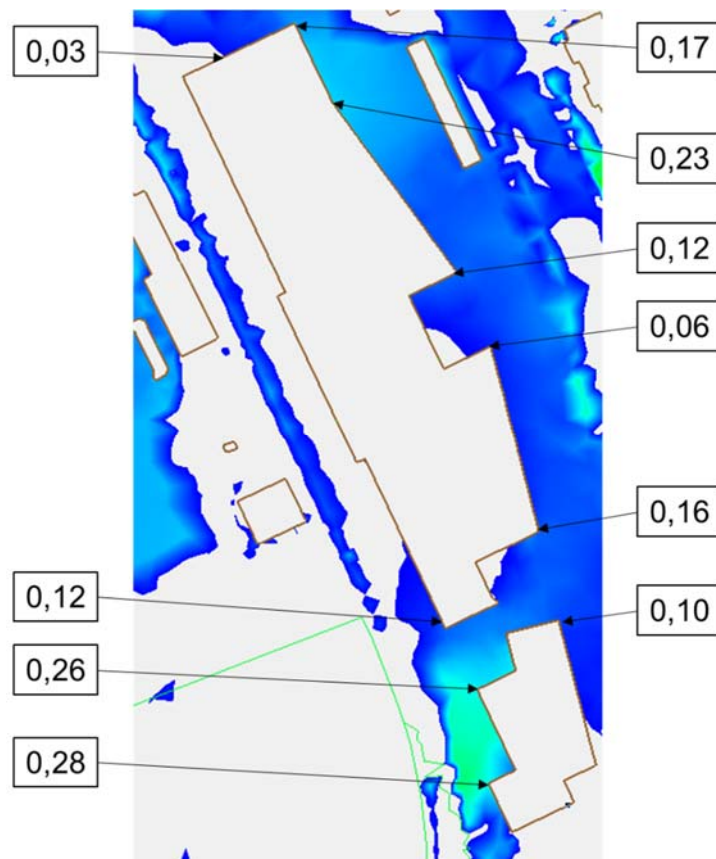


Abbildung 7.2: Berechnete Wassertiefen (m) im Planungszustand an den Gebäuderändern

Vermeidung der Veränderung des wild abfließenden Wassers zum Nachteil der Anlieger

Gemäß §37 des Wasserhaushaltsgesetzes WHG darf der natürliche Ablauf wild abfließenden Wassers nicht zum Nachteil eines tiefer gelegenen Grundstücks verstärkt oder auf andere Weise verändert werden. Durch den Bau der geplanten Gebäude werden die Fließwege verändert, was in Richtung Norden zu einer Abflussverstärkung führt (siehe Kapitel 6). Anhand der hydraulischen Berechnungen wird eine Zunahme des Abflussvolumens von ca. 480 m³ in Richtung Parkplatz der Zugspitzbahn und weiter in Richtung St. Martinsstraße berechnet. Zur Vermeidung dieser Abflussverschärfung sollte dieses Volumen auf der Fläche des Bebauungsgebiets zurückgehalten werden. Die Berücksichtigung einer entsprechenden Retentionsfläche sollte bei der Planung der Außenflächen beachtet werden.

8. Zusammenfassung

Die Untersuchungen für die Gefährdung des geplanten Baugebiets durch wild abfließendes Wasser zeigen, dass neben den Ausuferungen des Laingrabens auch durch das wild

abfließende Wasser aus den südlichen Hanglagen, das nach Überströmen der Bahngleise in das geplante Baugebiet gelangt, eine Gefährdung besteht.

Die Berechnung des Planungszustands unter Berücksichtigung der geplanten Gebäude zeigt, dass das wild abfließende Wasser teilweise >20 cm an den Gebäuden ansteht.

Neben möglichen Schutzmaßnahmen wie Rückhaltung oder Umleitung des wild abfließenden Wassers ist in jedem Fall eine hochwasserangepasste Bauweise notwendig. Durch die geplanten Gebäude ändern sich die Fließwege des wild abfließenden Wassers. Zur Vermeidung einer Verschlechterung der nördlichen, tiefer gelegenen Bereiche sollte auf der Fläche des Baugebiets eine Retentionsfläche von 480 m³ geschaffen werden.

Eching am Ammersee, den 19.01.2024

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

i.A. Dr. Andreas Heckl
Dipl.-Geogr.