

Überflutungsschutz
Heinrich-Schliemann-Gymnasium Fürth
für
Starkregenereignisse und Hochwässer
der Pegnitz

BAUHERR / ANTRAGSTELLER:

Stadt Fürth Gebäudewirtschaft
Hirschstraße 2
90762 Fürth

PLANFERTIGER:

Paul Müller Ingenieurgesellschaft mbH
Brunnenwiesenweg 23 90562 Kalchreuth / Nbg.
Telefon (0911) 956 88-0 Telefax (0911) 956 88-41
mueller-kalchreuth@t-online.de



MÜLLER
Kalchreuth



Inhaltsverzeichnis

1. Veranlassung/Zielstellung/Bearbeitungsgrundlagen	4
2. Starkregenereignisse	4
2.1 Methodisch/natürliche Varianz/Unsicherheit und gewähltes Gutachtensvorgehen	4
2.2 Quantifizierung potentieller Starkregenereignisse	5
2.2.1 Feststellen Einzugsgebiet	6
2.2.2 Überschlägliche Regenspende	7
2.2.3 Überschlag Versiegelungsgrad	7
2.2.4 Niederschlags-Abfluss-Modellierung (überschläglich)	8
2.2.5 Mögliche Abflussteilungen	9
2.3 Lokalisierung überflutungsgefährdeter Bereiche für Neubau	10
2.3.1 Henri-Dunant-Straße – Einfahrtsbereich –	10
2.3.2 Mühlstraße	13
3. Hochwasserschutz Pegnitz	13
3.1 Quantifizierung Hochwasserschutz Pegnitz	14
3.1.1 Amtliche Hochwasserwerte	14
3.1.2 Freibord/Sicherheitszuschlag	14
3.1.3 Wolfsgrubermühle	15
3.2 Hochwassergefährdete Bereiche für Neubau	18
4. Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge	20
4.1 Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge am Neubau	20
4.1.1 Henri-Dunant-Straße – Einfahrtsbereich -	20
4.1.2 Dachentwässerung	21
4.1.3 Schutz gegen Pegnitzhochwasser	21
4.2 Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge auf Baugrundstück	23



4.2.1 Schutz gegen Pegnitzhochwasser	23
4.2.2 Starkregen-Vorkehrungen	26
4.2.3 Mühlstraße	26
4.3 Maßnahmenübersicht	27
4.3.1 Maßnahmenvorschläge für die Bauzeit	28
5. Zusammenfassung	30
6. Unterschriften	31

Anhänge

Berechnung Starkregenereignisse (Blockregen) maximales Einzugsgebiet

1. Veranlassung/Zielstellung/Bearbeitungsgrundlagen

Für die Begutachtung wird das Bearbeitungsziel so verstanden, dass:

- a) Der Baubereich während der Bauzeit vor Starkregenereignissen und Hochwasser zu schützen ist. Dies damit teilsfertiggestellte Bauteile in diesen Fällen keinen Schaden nehmen.
- b) Das Bauwerk soll in seiner baulichen Endform dauerhaft gegenüber Starkregenereignissen, Hochwässern und ihren Auswirkungen, die auch indirekt über Grundwasserstände auftreten können, gesichert sein.

Hierbei wird auf vorliegenden Vermessungs-, Baugrund-, angefragte und verfügbare hydrologische Grundlagen zurückgegriffen. Die Quellen werden an entsprechender Textstelle dieses Gutachtens benannt.

2. Starkregenereignisse

Bei Starkregen gelangt Niederschlagswasser zum Abfluss aus starken, kurzen Regenfällen, überwiegend über die topografischen Geländetiefen, die oft identisch sind mit Straßenzügen.

Wegen der Lage des Baubereiches an der Pegnitz (Geländetiefpunkt) ist mit solchen Starkregenzuflüssen zu rechnen.

2.1 Methodisch/natürliche Varianz/Unsicherheit und gewähltes Gutachtensvorgehen

Starkregenbetrachtung sind von methodischen Unsicherheiten und einer natürlichen Varianz geprägt. In methodischer Reihenfolge lassen sich nennen:

- Niederschlagsprognosen Deutscher Wetterdienste KOSTRA 2010, Toleranzbetrag für 50-100 jährliche Ergebnisse +/- 20 %;
- Versiegelungsgrad, je nach Wasseraufnahmebereitschaft Boden;

- Abflussbildung, nach Geländeneigung, Geländestruktur-Bewuchs, kleinräumigen Retentionsräumen;
- Abflussumleitungen durch abgeschwemmten Boden, Blätter, Schneematsch, Hagel, Baumaßnahmen (Straßenraum) etc.;

Diese Varianz lässt sich nach anerkannter Fachneigung nur durch differenziertes, qualifiziertes Reflektieren der Sachzusammenhänge eingrenzen. Eine Verprobung mit örtlichen Beobachtungen ist hilfreich (siehe Kap. 2.2.5 Fußnote zu Ende Kapitel).

Die Sicherheit der erhaltenen Ergebnisse ist jedoch mit Vorsicht zu genießen; Bei konstruktivem Bemessen von Bauwerken und deren Teilen sind Sicherheitszuschläge anzuraten.

Das folgende Gutachtensvorgehen wurde daher von mir gewählt:

Es werden drei Starkregenbetrachtungen reflektiert:

- „Worst Case“ – nicht besonders wahrscheinlich, aber möglich und nicht auszuschließen;
- „Bemessungsvorschlag“ – reicht wahrscheinlich mit großer Sicherheit für 100 Jahre aus;
- „Optimum“ – Fließverhalten Starkregen ohne Störungen im Abfluss; Entspricht meist dem gesellschaftlich-kollektiven Gedächtnis über Schadensereignissen.

2.2 Quantifizierung potentieller Starkregenereignisse

Die im Betrachtungsbereich abfließenden Abflüsse werden ermittelt in den Kap. 2.2.1 bis 2.2.4. Dies sind wegen der stattfindenden Abflußteilungen höhere Abflüsse als bei der „Worst Case“-Betrachtung.

Im Kap. 2.2.5 (Mögliche Abflußteilungen) wird dann zwischen „Worst Case“, „Bemessungsvorschlag“ und „Optimum“ unterschieden

2.2.1 Feststellen Einzugsgebiet

Grundlage ist die digitale Flurkarte DFK 1:1.000, die digitale Höhenkarte DHK 1000 und eine Ortsbegehung zu Niederschlagszeit am 02.05.2021 durch den Gutachter.

Ziel war, das potenzielle maximale Einzugsgebiet für den „Worst Case“ festzustellen.

Die Kartengrundlagen und die Ergebnisse der Ortsbegehung sind stimmig. Das maximale Einzugsgebiet lässt sich relativ klar abgrenzen. Mit Unsicherheiten behaftet sind evtl. Abflussteilungen in Kreuzungsbereichen (siehe Kap. 2.2.5).

Das maximale Einzugsgebiet ist in Beilage 3 (Lageplan 1:1.000) dargestellt.

Es setzt sich zusammen aus den Teileinzugsgebieten:

1 Mühlstr. Helmplatz	1,87 ha
2 König-, Bäumen-, Schirmstr.	2,28 ha
3 Rosen-, Alexanderstr.	1,66 ha
4 Blumenstr.	3,51 ha
5 Mathildenstr.	1,08 ha
Seine Größe beträgt gesamt maximal ca..	10,4 ha

2.2.2 Überschlägliche Regenspende

Der KOSTRA-Atlas-DWD 2010 benennt für das Nürnberger Becken¹ (Rasterfeld Spalte 44, Zeile 74 – Erlangen) Niederschlagshöhen h_N (mm) und Niederschlagsspenden r_N (l/s x ha):

Dauerstufe	Wiederkehrintervall			
	50-jährig		100-jährig	
Min	h_N	r_N	h_N	r_N
5	15,6	519,0	17,5	582,0
10	22,2	370,6	24,8	413,2
15	27,0	299,5	30,0	333,3
20	30,6	255,2	34,1	283,9

Längere Dauerstufen sind wegen der Gebietskleinheit irrelevant.

Für die weiteren Abflussberechnungen im „Worst Case“-Modus wird die 20 %ige Prognoseunsicherheit auf obige 100-jährige Werte aufgeschlagen. (582 l/s x ha → 698 l/s x ha)

2.2.3 Überschlag Versiegelungsgrad

Das urbane Einzugsgebiet mit mittelalterlichem Stadtgrundriss ist dicht bebaut und versiegelt.

Außer durchgängiger Straßenrandbebauung ist verdichtete Hinterhofbebauung die Regel. Bei moderneren Baukörpern sind begrünte Flachdächer anzutreffen.

In Anlehnung an DWA-A 102-2/BWK-A 3-2 Anhang C verwende ich daher für das Gesamtgebiet den Abminderungsfaktor $f_D=0,9$.

¹ Angesichts der Prognosetoleranz von +/- 20 % sehen wir die regionale Unpräzision als tolerabel an;

2.2.4 Niederschlags-Abfluss-Modellierung (überschläglich)

Aus Einzugsgebiet, Regenspende², Versiegelungsgrad lässt sich ein Abfluss modellieren, wenn folgende Fließzeiten der Abflusswelle für die reihenförmig angeordneten Teileinzugsgebiete 1-5 (siehe Beilage 3, Lageplan 1:1.000) angenommen werden.

Dazu wurden Fließgeschwindigkeiten für den Hauptfließweg nach örtlicher Neigung abgeschätzt und über die Fließweglänge die Fließzeit ermittelt³:

Fließzeiten:

	Fließ-			
	geschwindigkeit	weglänge	zeit	
	v	l	t	
	m/s	m	s	min
1 Mühlstr. Helmplatz	2,50	150	60	1,00
2 König-, Bäumen-, Schirmstr.	1,00	280	280	4,67
3 Rosen-, Alexanderstr.	1,25	75	60	1,00
4 Blumenstr.	1,00	100	100	1,67
5 Mathildenstr.	0,75	100	133	2,22

Die maximalen theoretischen Blockregenabflüsse, die wegen der Abflussteilungen (siehe nächstes Kap.) höher sind als der „Worst Case“, sind in den Anhängen 1.1 bis 1.4 dargestellt.

r_{krit} ist der 10. Minuten Regen mit $Q_{ges} = 4,64 \text{ m}^3/\text{s}$ aus dem Gesamteinzugsgebiet.

² Bei Einzugsgebieten dieser Kleinheit ist der Ansatz als „Blockregen“ ausreichend.

³ Wegen der Relativität der Gesamtbetrachtung wird für die unterschiedlichen Regen-Dauerstufen die Fließgeschwindigkeit und damit Zeit nicht mehr differenziert.

2.2.5 Mögliche Abflussteilungen

Die vom Süden (Gebiet 5 Mathildenstr.) nach Norden fließenden Abflüsse erreichen in Straßenkreuzungen Teilungsbereiche, die sich wahrscheinlich auswirken:

- Kreuzung Königstraße/Brandenburger Straße
 - Abflüsse bis ca. 2,50 m³/s verlassen die Kreuzung über die Königstraße ostwärts.
 - darüber gehende Abflüsse oder bei Auftreten von Abflusshindernissen⁴ verlassen wahrscheinlich die Kreuzung nordwärts Richtung Königsplatz → Henri-Dunant-Str. (dort für Projekt mit entsprechenden Vorkehrungen unschädlich siehe Kap. 2.3.1 und 4.1.1).
- Kreuzung Königstraße/Dr. Henry-Kissinger-Platz
 - Abflüsse bis ca. 2,50 m³/s verlassen die Kreuzung über die Königstraße ostwärts.
Bei Rückstau („Worst Case“) kann dies jedoch vermindert sein.
 - darüber gehende Abflüsse oder bei Auftreten von Abflusshindernissen verlassen möglicherweise die Kreuzung nordwärts Richtung Helmplatz oder Einfahrt Heinrich-Schliemann-Gymnasium (Flurstück 317).
Die potenziellen Abflüsse über den Helmplatz fließen über die Mühlstraße dem Projekt zu (siehe Kap. 2.3.2).
 - Im „Worst Case“ können dies ca. 2,50 m³/s sein.
 - Mein „Bemessungsvorschlag“ lautet: sich vorsichtshalber auf obigen „Worst Case“ einzustellen (vorgeschlagene Maßnahmen siehe Kap. 4.2.3).

⁴ Sand, Steine, Blätter, Hagelkörner, Schnee, etc.

- Beim „Optimum“ des Starkregenabflusses erreichen keine nennenswerten Starkregenmengen das Projekt⁵.

2.3 Lokalisierung überflutungsgefährdeter Bereiche für Neubau

Es gibt 2 überflutungsgefährdete Bereiche, die sowohl während als auch nach der Bauzeit risikobehaftet sind:

2.3.1 Henri-Dunant-Straße – Einfahrtsbereich –

Die Henri-Dunant-Straße besitzt von der Kreuzung Königstraße kommend ein ausgeprägtes Dachprofil.

Abflüsse an dieser Kreuzung größer ca. 2,50 m³/s oder im Falle von Abflusshindernissen in diesem Bereich fließen entlang der östlichen Straßenseite der Henri-Dunant-Straße entlang des Hochbordes in Richtung Projektbereich.

Kurz (ca. 10 m) vor der Tiefgarageneinfahrt in das Heinrich-Schliemann-Gymnasium geht das Dachprofil jedoch in ein von der Einfahrt wegführendes Quergefälle über.

⁵ Gemäß DWA-Themen-Starkregen und urbane Sturzfluten, Praxisleitfaden – August 2013 – wurde auch das zuständige Amt für Brand- und Katastrophenschutz telefonisch nach Schadensfällen befragt. Gem. E-Mail thomas.wenzl@fuerth.de vom 12.05.2021 um 10:53 Uhr liegen hierzu keine Erkenntnisse/Erfahrungen vor.

Abb. 1: Höhenvermessung Henri-Dunant-Straße

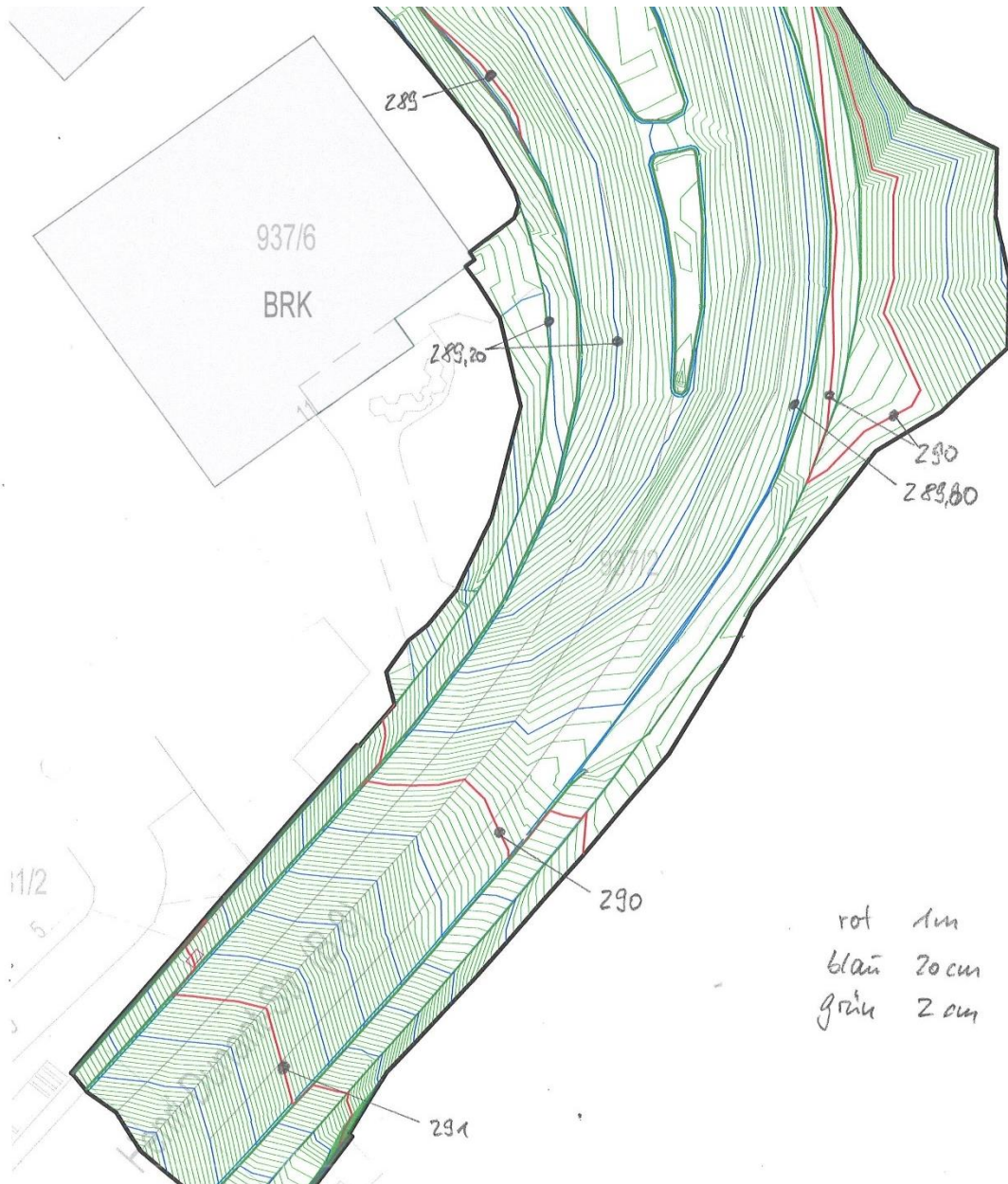


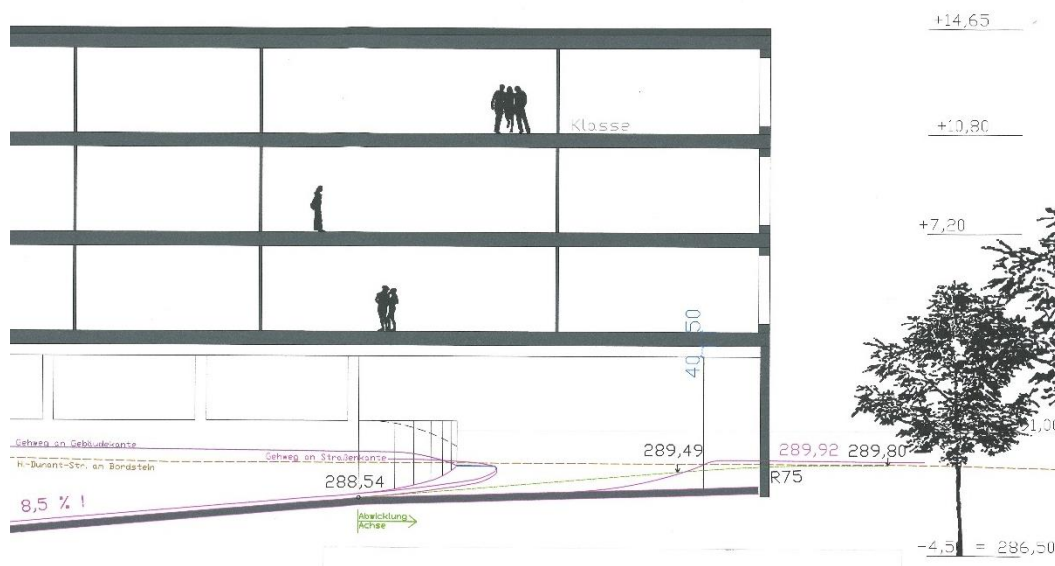
Abb. 2: Lageplan Index G, 05.05.2021, M=1:1.000 Auszug



Dies könnte knapp zur Ableitung der Starkregenabflüsse von der Einfahrt in die Tiefgarage genügen, wenn der Scheitel der Abmündung mindestens auf der Bestandshöhe Straße an Bordstein liegt.

Dies scheint so geplant zu sein.

Abb. 3: HSG, Erschließungsstraße Schnitt 16.12.2020, verkleinert



2.3.2 Mühlstraße

Abflüsse des Starkregens bis ca. 2,50 m³/s können im „Worst Case“ von der Kreuzung Königstraße/Dr. Henry-Kissingen-Platz zuströmen (siehe Kap. 2.2.5).

Zudem können Pegnitz-Hochwässer durch das Mühlgebäude zuströmen (siehe Kap. 3.1.3), in überschläglich maximal dem gleichen Quantum.

Die Abflüsse fließen derzeit überwiegend über Flächen der Wolfsgrubermühle der Pegnitz zu (siehe Beilage 3 – Lageplan 1:1.000).

3. Hochwasserschutz Pegnitz

Planungsziel ist primär, das Bauwerk „Gymnasium“ zu schützen. Der Focus liegt damit vorrangig auf den Kellergeschossen. Der Außenbereich wird mit betrachtet, soweit er Funktionen für, oder Auswirkungen auf das Bauwerk hat.

3.1 Quantifizierung Hochwasserschutz Pegnitz

In diesem Kapitel werden die maßgeblichen örtlichen Gegebenheiten und Werte benannt.

3.1.1 Amtliche Hochwasserwerte

Das Wasserwirtschaftsamt Nürnberg hat am 09.03.2021⁶ die Hochwasserwerte mitgeteilt:

Hochwasserhäufigkeit	Höhe über NN
5	285,30
10	285,45
100	286,30
extrem	286,50

Die Werte gelten für den Pegnitzbereich unterhalb der Stauanlage Wolfsgrubermühle (siehe hierzu auch Kapitel 3.1.3).

3.1.2 Freibord/Sicherheitszuschlag

Bemessungsziel des Auftraggebers ist, das Bauwerk in der fertigen Form gegenüber HQ_{extrem} zu schützen.

Das Bauwerk liegt unterhalb einer Staustufe, die mit Wehr und Schützen ausgestattet ist.

Im Hochwasserfall kann daher aufgrund dieser Wasserbauten mit starken Strömungen und Wellenschlag gerechnet werden.

Wir empfehlen daher für die Planung generell ein Freibord von 30 cm anzusetzen.

Damit wäre ein Hochwasserschutz bis auf die Kote 286,80 m ü.NN erforderlich.

Das Gelände im Baubereich liegt zum größten Teil unter dieser Höhe.

⁶ E-Mail WWA Nürnberg obigen Datums um 16:50 Uhr an Christian Matschke

Die Ebene -1 der Planung liegt⁷ auf 286,52 m ü.NN und ist damit, wie die tieferen Geschosse hochwassergefährdet.

3.1.3 Wolfsgrubermühle

Die bestehende Wasserkraftanlage Wolfsgrubermühle besitzt oberstromig die Hochwasserwerte⁸:

Hochwasserhäufigkeit	Höhe über NN
5	286,92
10	286,93
100	287,03
extrem (von mir geschätzt)	max. 287,15

Die Gebäudeteile der Wolfsgrubermühle besitzen verschiedene auch tiefreichende Ebenen mit Außenfenstern und Türen. Das Außengelände westlich der Wolfsgrubermühle liegt tiefer liegt als die Mühlstraße, zwischen 286,82 und 285,52 m ü.NN.

⁷ gemäß AMA Architekturbüro, Schnitt A-A, Index G vom 05.05.2021

⁸ E-Mail WWA Nürnberg, Hans-Dietrich Uhl, 23.04.2021 um 10:01 Uhr an uns

Abb. 4: Wolfsgrubermühle vom Nordwesten



Es kann daher ein Durchströmen der Wolfsgrubermühle bei Hochwasser nicht ausgeschlossen werden und ist wahrscheinlich. Die Abflussmengen dürften sich wahrscheinlich in einem für Hochwasser relativ niedrigen Bereich von geschätzt ca. 0,5 bis 2,00 m³/s bewegen.

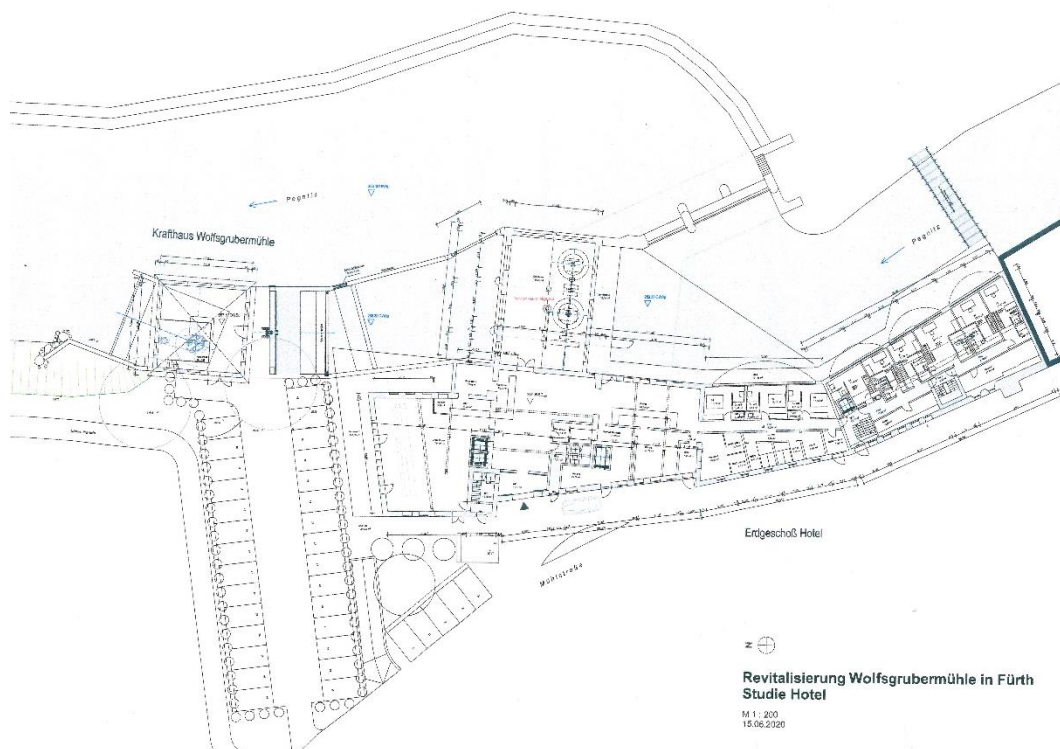
Im „Worst Case“ ist mit ca. max. 2,50 m³/s zu rechnen.

Für die Abführung dieser Abflüsse sind daher Vorkehrungen zu treffen.

Optionale Rückverlegung der Wasserkraftanlage um ca. 30 m.

Zudem überlegen die Eigentümer der Wolfsgrubermühle die Option, das Krafthaus und damit auch den Zulauf zur Wasserkraftanlage um ca. 30 m nach Unterstrom zu verlängern. Damit setzen sich auch Staubedingungen und überschlänglich die Hochwasserwerte, räumlich nach unterstrom fort.

Abb. 5: Vorentwurf Skizze Verlegung Krafthaus



Es empfiehlt sich daher, die mit der Kraftwerksverlegung erforderliche neue linke Einlaufmauer zum Krafthaus auf die HQ_{extrem} Höhe zuzüglich eines Freibords von 30 cm zu setzen, somit auf 287,45 m ü.NN.

Mit den bekannten Vorentwürfen ist dies bereits teilweise angedacht. So liegt die Betriebsebene, die Höhe Rechenpodest und Teile der Einlaufwand des Krafthauses auf 287,30 m ü.NN.

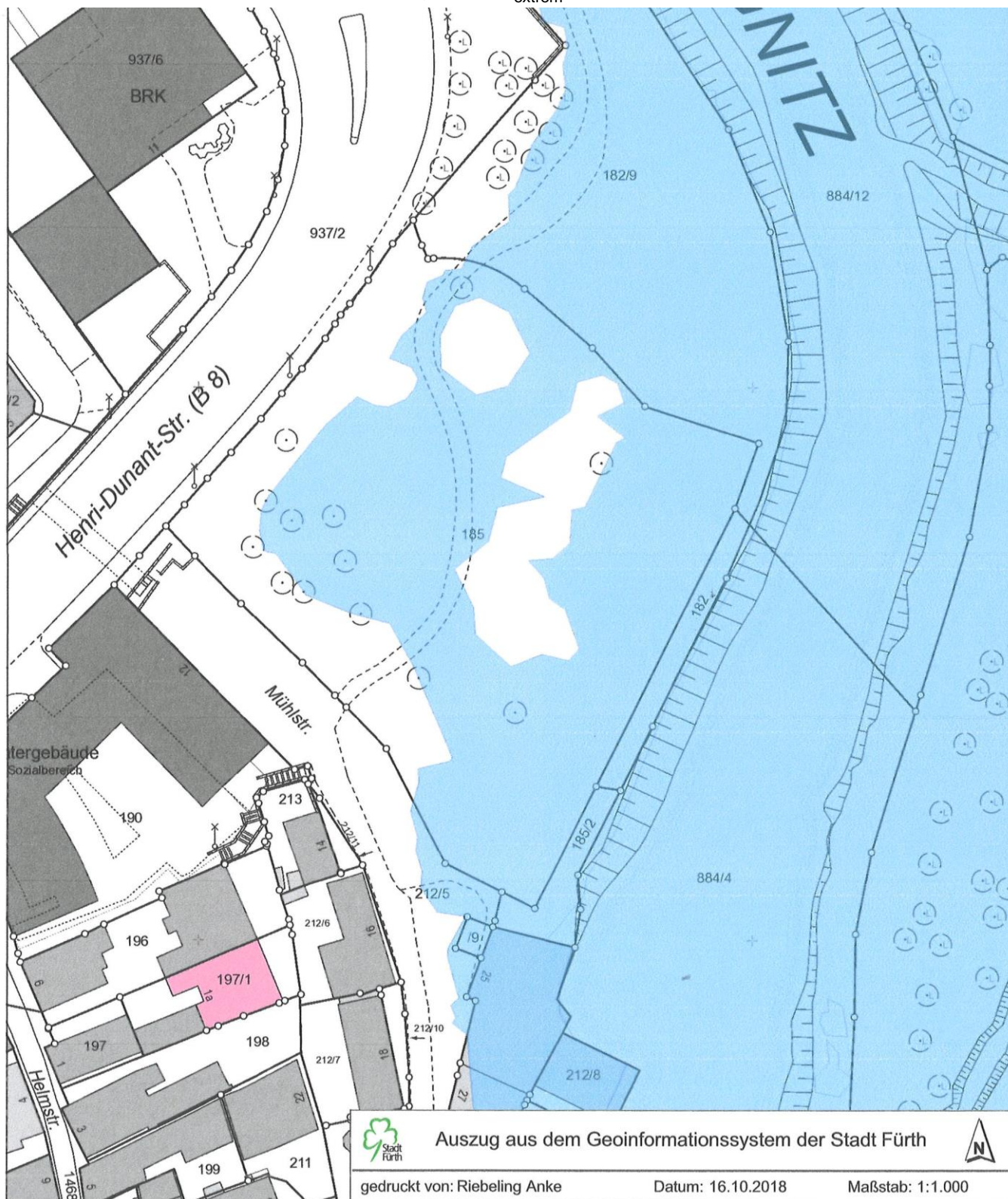
Wir empfehlen hier sicherheitshalber nochmals um eine Erhöhung um 15 cm, was beim Neubau relativ wenig Mehraufwand verursachen sollte.

3.2 Hochwassergefährdete Bereiche für Neubau

Der Baubereich des Heinrich-Schliemann-Gymnasiums ist hochwassergefährdet:

- a) von Starkregenabflüssen in den Bereichen:
 - KFZ-Zufahrt von Henri-Dunant-Straße
 - Mühlenstraße bei Wolfsgrubermühle.
- b) von Hochwasser der Pegnitz

Abb. 6: Flächenüberflutung bei HQ_{extrem}



Die Starkregenabflüsse und das Pegnitz-Hochwasser wirken voraussichtlich wegen des gut durchlässigen sandigen Bodens auch zeitnah und wasserstandshebend auf das Grundwasser.

4. Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge

4.1 Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge am Neubau

Die Maßnahmenvorschläge fokussieren sich in diesem Kapitel auf den Neubau, im Gegensatz zum Folgekapitel 4.2, das sich auf das Baugrundstück bezieht.

4.1.1 Henri-Dunant-Straße – Einfahrtsbereich -

Der für übliche Starkregenereignisse⁹ wahrscheinlich ausreichende Sicherheitsgrad an dieser Stelle ließe sich noch erhöhen, wenn der Scheitel der Abbiegespur nochmals um ca. 10 cm erhöht würde.

Kostenüberschlag:

auf Straßenbreite 6,00 m ca. 20,00 m Länge eine Erhöhung um 5 cm mit mineralischem Unterbau zu $55 \text{ €/m}^3 =$

$6,00 \text{ m} \times 20,00 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \times 55 \text{ €/m}^3 =$ 330,- €

Ergänzend/alternativ könnte auch das Dachprofil der Henri-Dunant-Straße im Zuge des Baues der Abbiegespur um 10 – 15 m Südwestwärts eingekürzt werden.

Kostenüberschlag:

Straßentrag- und Deckschichten abbauen/-fräsen und mit neuem Profil aufbauen, Länge 15,00 m, Breite 10,00 m zu $200 \text{ €/m}^2 =$

⁹ und Abfluss aus natürlichen Einzugsbereichen entlang des östlichen Bordsteines Henri-Dunant-Straße.

15,00 m x 10,00 m x 200 €/m² = 30.000,- €

4.1.2 Dachentwässerung

Zum Schutz des Gebäudes und Teile der Außenflächen gegenüber HQ_{extrem} der Pegnitz zuzüglich Freibord (siehe Kap. 4.1.3) müssen diese gegen Zufluss von außen polderartig¹⁰ abgeschottet sein.

Über klassische Regenfallrohre, die an den Muffen nicht abgedichtet sind, können jedoch Pegnitz-Hochwasser rückwärts in das Gebäude einstauen.

Es empfiehlt sich daher, die Dachentwässerung des Gymnasiums als Druckentwässerung mit einem druckdichten Rohrsystem auszustatten. Auch bei Hochwasser genügt der isostatische Druck dreier Stockwerke um das Regenwasser über die Auslassrohre aus dem Polderbereich hinauszupressen.

Kostenüberschlag:

Grob überschlagen wir für das Druck-Fallrohrsystem der Dachentwässerung wegen der größeren Hochwertigkeit der Rohre und Muffen mit Mehrkosten von ca. pauschal 20.000,- €

4.1.3 Schutz gegen Pegnitzhochwasser

Die Ebene -1 mit OK Boden 286,52 m ü.NN könnte an seinen Türen gegenüber dem Hochwasser gesichert werden, Diese Höhe entspricht auch dem unterhalb der Wolfsgruber Mühle angegebenen HQ_{extrem} (siehe Kap. 3.1.1) jedoch noch ohne, dass sicherheitshalber einzukalkulierende Freibord (siehe Kap. 3.1.2) von 30 cm.

¹⁰ Polder: Allseits umgrenztes Gebiet, das tiefer liegt als umliegende Wasserstände

a) Hochwasserfeste Türen

Es gibt Türen, die mit ihren Dichtungen und Schließmechanismen hochwasserfest sind.

Beide Ausstattungsgegenstände sind regelmäßig zu prüfen und zu warten.

Zudem ist zu empfehlen, die Wände hochwassersicher für den Freibordbereich (30 cm) zu gestalten.

Kostenüberschlag:

Ca. Länge Nordostseite und Südostseite komplett des Neubaus (20m + 60 m) als Mehrpreis auf anderweitige Türen;

Mehrpreis pro laufendem m Türbreite ca. 2.500,- €/m =

(20 m + 60 m) x 2.500 €/m = 200.000,- €

b) Dammbalkenverschlüsse in Türrahmen

Diese mobilen Elemente könnte man an Nuten der Türrahmen befestigen.

Die Dammbalkenverschlüsse sind schnell greifbar zu lagern. Die Dichtungen sind regelmäßig zu warten und auszuwechseln.

Das Aufstellen sollte regelmäßig geübt werden.

Bei üblichen Hochwasser-Verläufen der Pegnitz ist von einer Vorwarnzeit von ca. 12 h auszugehen.

Zudem ist zu empfehlen, die Wände hochwassersicher für den Freibordbereich (30 cm) zu gestalten.

Abb. 7: Beispieldarstellung Dammbalkenverschluss in Türrahmen



Kostenüberschlag:

Ca. Länge Nordostseite und Südostseite komplett (20m + 60 m)

Höhe ca. 30 cm;

Einheitspreis mit Dichtungen, Sohlbalken, Steckbalken, Sicherungen 4.500 €/m² =

(20 m + 60 m) x 0,30 m x 4.500 €/m² = 108.000,- €

4.2 Maßnahmenvorschläge/Kostenüberschläge auf Baugrundstück

Die Vorschläge fokussieren sich auf Maßnahmen rund um das Gebäude. Dies im Gegensatz zum Vorkapitel 4.1, dass sich auf das Gebäude bezieht.

4.2.1 Schutz gegen Pegnitzhochwasser

Alternativ sind hier verschiedene Konzepte möglich:

a) Radweg erhöhen

auf 286,80 m ü.NN. Gegenüber dem bestehenden Gelände ist der Radweg um durchschnittlich ca. 35 cm, maximal 73 cm (an Tiefpunkt des bestehenden Gebäudes) zu erhöhen.

Kostenüberschlag:

auf Radwegbreite + Böschungen = Breite 3,50 m, Länge ca.

180,00 m, Höhe 0,35 m erhöhen mit mineralischem Unterbau zu

55 €/m³ =

3,50 m x 180,00 m x 0,35 m x 55 €/m³ = 12.127,50 €

b) Seitenmauer parallel Radweg

mit O.K. 286,80 m ü.NN.

Ansonsten wie oben.

Kostenüberschlag:

Länge 180,00 m, Höhe durchschnittlich 0,50 m, Betonfertigteile mit

Gründung zu 225 €/m =

180,00 m x 225 €/m³ = 40.500,- €

c) Dammbalkenverschlüsse

Diese mobilen Elemente könnte man an Nuten der Sitzgruppen und rund um das Gebäude im Bedarfsfall befestigen.

Die Dammbalkenverschlüsse sind schnell greifbar zu lagern.

Die Dichtungen sind regelmäßig zu warten und auszuwechseln.

Das Aufstellen sollte regelmäßig beübt werden.

Bei üblichen Hochwasser-Verläufen der Pegnitz ist von einer Vorwarnzeit von ca. 12 h auszugehen.

Kostenüberschlag:

Länge Nordostseite und Südwestseite Gymnasium komplett zugänglich Südostseite zwischen Sitzgruppen 25,00 m + 30,00 m +

28,50 m; Höhe (wegen Pausenhofgefälle) ca. 0,50 m; Einheitspreis mit Dichtungen, Sohlbalken, Steckbalken,

Sicherungen 3.000 €/m² =

$(25,00 \text{ m} + 30,00 \text{ m} + 28,50 \text{ m}) \times 0,50 \text{ m} \times 3.000 \text{ €/m}^2 =$

125.250,- €

d) Fest eingebaute Hochwasserelemente

Die in den Boden eingelassen sind und sich bei Bedarf hochklappen lassen.

Es gelten die Anmerkungen von c) für die Wartung.

Abb. 8: Musterbeispiel fest eingebautes klappbares Staulement



Kostenüberschlag:

Maße wie oben; Einheitspreis 6.000 €/m² =

$(25,00 \text{ m} + 30,00 \text{ m} + 28,50 \text{ m}) \times 0,50 \text{ m} \times 6.000 \text{ €/m}^2 =$

249.000,- €

4.2.2 Starkregen-Vorkehrungen

Beim Zusammentreffen des Pegnitz-Hochwassers mit Regenereignissen können die Regenwässer des im Außenbereich¹¹ nicht mehr abfließenden, weil dieser Bereich ja polderförmig umschlossen ist.

Dies betrifft ca. Flächen an der Südostseite mit den Maßen:

Länge ca. 60 m; Breite ca. 7,50 m somit Fläche ca. 450 m².

Zum Umgang mit diesen Wassermengen gibt es alternative Vorkehrungen:

- a) Abpumpen; Ggf. mit sowieso vorhandenem oder separat geplanten Pumpensystem zum Niedrighalten Grundwasserstände und Abpumpen Regenwässer;
- b) Puffern in Baukörpern oder Rigolen;

Wenn für die Realisierung des Pegnitz-Hochwasserschutzes auch Außenflächen umschlossen werden (Polder-Prinzip, siehe Kap. 2.4.1), so sind für diese Niederschlagsmengen und die Pufferung während der Pegnitz-Hochwässer entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

Diese sind separat zu bemessen.

Kostenüberschlag:

Grob überschläglich, und angesichts o. g. grober Alternativen¹² lassen sich Kosten hierfür ungefähr überschlagen mit: ca. 30.000,- €

4.2.3 Mühlestraße

An der Mühlestraße bei der Wolfsgrubermühle sollte das Gelände eine zur Pegnitz führenden Gerinneform erhalten.

Das Gerinne kann auf dem Baugelände liegen oder dem Nachbargrundstück der Wolfsgrubermühle.

¹¹ nicht der Dachflächen; diese wären per Druckentwässerung auch bei HQ_{extrem} der Pegnitz zu entwässern.

¹² Die auch maßgeblich von der Bauwerksgründung und Wasserdichtheit der Bauumschließung abhängen.

Das Gerinne sollte (und kann räumlich auch) die optionale Verschiebung des Krafthauses der Wolfgrubermühle um ca. 30 m nach Norden berücksichtigen.

Das Gerinne lässt sich gut eingrenzen, südlich des geplanten Radweg rund um das Gymnasium.

Für den Fall, das Gerinne müsste allein auf dem Baugrundstück erstellt werden, nicht auf dem Grundstück der Wolfgrubermühle (wo Parkplätze geplant sind), so betragen die Kosten überschläglich:

Kostenüberschlag:

Abtrag Aufschüttmaterial und Gestaltung/Humusierung Geländemulde
 Länge 35,00 m, Breite 6,50 m, Tiefe 1,00 m, Einheitspreis 65 €/m³ =
 35,00 m x 6,50 m x 1,00 m x 65 €/m³ = 14.787,50 €

Entsorgung Aufschüttmaterial nach Schadklassifizierung
 ca. (Schätzung) 15.000,- € bis 25.000,- €

4.3 Maßnahmenübersicht

Die o. g. Maßnahmen lassen sich tabellarisch gegenüberstellen. Die von mir anempfohlenen Präferenzvariante ist doppelt umrandet.

Maßnahmen am Neubau

Kap. Gutachten	Ort/Aufgabe	Alternativen		
4.1.1	Henri-Dunant-Str. Einfahrtsbereich	Scheitel erhöhen 330,- €	Dachprofil Einkürzen 30.000,- €	
4.1.2	Dachentwässerung	Druckent- wässerung 20.000,- €		
4.1.3	Schutz Pegnitz- hochwasser	Hochwasser- feste Türen 200.000,- €	Dambalken- verschlüsse 108.000,- €	Feste Hochwasser- Elemente 249.000,- €

Maßnahmen auf Baugrundstück

Kap. Gutachten	Ort/Aufgabe	Alternativen				
4.2.1	Schutz Pegnitzhochwasser	<table border="1"> <tr> <td>Radweg erhöhen 12.128,- €</td> <td>Seitenmauer Radweg 40.500,- €</td> <td>Dammbalken- Verschlüsse 125.250,- €</td> <td>Feste Hochwasser- Elemente 249.000,- €</td> </tr> </table>	Radweg erhöhen 12.128,- €	Seitenmauer Radweg 40.500,- €	Dammbalken- Verschlüsse 125.250,- €	Feste Hochwasser- Elemente 249.000,- €
Radweg erhöhen 12.128,- €	Seitenmauer Radweg 40.500,- €	Dammbalken- Verschlüsse 125.250,- €	Feste Hochwasser- Elemente 249.000,- €			
4.2.2	Starkregen- Vorkehrungen	<table border="1"> <tr> <td>Konzept noch offen ca. 30.000,- €</td> </tr> </table>	Konzept noch offen ca. 30.000,- €			
Konzept noch offen ca. 30.000,- €						
4.2.3	Mühlstraße	<table border="1"> <tr> <td>Gelände Gerinneform ca. 30.000,- € bis 40.000,- €</td> </tr> </table>	Gelände Gerinneform ca. 30.000,- € bis 40.000,- €			
Gelände Gerinneform ca. 30.000,- € bis 40.000,- €						

4.3.1 Maßnahmenvorschläge für die Bauzeit

Während der Bauzeit gibt es verschiedenen alternativen Strategien mit Hoch- und Starkniederschlagswasser umzugehen:

- Fluten zulassen und Bauzwischenzustände so gestalten, dass kein maßgeblicher Schaden entstehen kann.
- Fluten abwehren mit Umdämmung und Grundwasserabsenkung (die von der Leistungsfähigkeit auf die Grundwasserhochstände ausgelegt sein muss).

Wenn nicht teure oder empfindliche Ausrüstung in den Untergeschossen bereits zur Rohbauzeit zu installieren ist, würde ich obige Variante a) aus Kostengründen präferieren.

Bei der statischen Bemessung der (Zwischen-)Bauzustände müssen immer berücksichtigt werden:

- schnell steigende Grundwasserstände; Pegnitzhochwässer bis ca. 2 m Steigung pro Tag; Grundwasser mitsteigend.
- Länger (mehrere Tage) anhaltende Hochwasserstände Pegnitz und Grundwasser.
- Vorsichtshalber empfehlen wir auch Stromausfall/Pumpenausfall zu berücksichtigen.

Die baulich-konstruktiven Maßnahmen, mit wechselnden Grundwasser- und anderweitigen Wasserständen umzugehen, unterscheiden sich nach Art der Baustellenumschließung.

Maßgeblich ist, ob die Baustellenumschließung bis zum wassertragenden Sandstein erfolgt und dann die Baugrube relativ zuströmungsfrei sein kann und der Wasserstand in ihr mit hinreichender Sicherheit unter der Gründungssohle zu halten ist.

Alternativ können Teile der Baugrube geböscht werden. Über die Böschungsfäche können mit erhöhten Grundwasserstand Hochwässer eindringen.

Teilfertiggestellte Geschosse können alternativ gegen ein Aufschwimmen gesichert werden, durch:

- Flutöffnungen. Auch die Kellerzufahrt kann gegebenenfalls als Flutöffnung betrachtet/ingerichtet werden. Ergänzend können Flutrohre eingebaut werden, die später mit Dichtungen geschlossen werden.
- Bodenplatte und Untergeschosswände können so bemessen werden, dass sie eine maßgebliche Auflast bilden, die dem Auftrieb widersteht.
- Verbau-Elemente wie Spundwände, Bohrpfähle können mit ihrem Gewicht und ihrer Mantelreibung zum umliegenden Boden auftriebshemmend wirken.

Die Auftriebssicherheit der einzelnen Bauzwischenstände sollte vom Statiker für die gewählten Hoch- und Grundwasserereignisse nachgewiesen werden. Hierzu schlagen wir die im Gutachten benannten Werte vor.

5. Zusammenfassung

Prinzipiell sind in der bisherigen Planung Starkregenereignisse relativ vernünftig und Hochwässer der Pegnitz lediglich unter örtlichen Randbedingungen berücksichtigt worden.

Für „Worst Case“ Situationen, die auftreten können, bei außerordentlicher Witterung (Hagel, Schnee) oder örtlicher Baumaßnahmen (mit Stoffabschwemmungen) und Abflussumleitungen, empfehlen wir, die folgenden Problembereiche nachzubessern:

- Einfahrtsbereich von Henri-Dunant-Straße: Scheitel Abbiegespur um ca. 10 cm erhöhen; alternativ/ergänzend Quergefälle Henri-Dunant-Straße nach Westen vergrößern;
- Mühlstraße zur Pegnitz: Vorflut (-graben) schaffen/sichern sowohl für „Worst Case“-Starkregenzuflüsse (über Mühlstraße) als auch HQ_{extrem} -Abflüsse aus Staubereich/Mühlgebäude der Wolfsgrubermühle
- Freifläche/Pausenhof zur Pegnitz: Radweg erhöhen für HQ_{extrem} Pegnitz + Freibordmaß. Dabei Starkregen-Vorkehrungen (Polderentwässerung) für die Außenflächen treffen.
- Das Gebäudedach ist über ein Druckleitsystem gut zu entwässern.

Für die Sicherung der teilfertiggestellten Bauwerke in der Bauzeit gibt es je nach konstruktiver Gestaltung derselben und gewählten Art des Verbaues wie der Wasserhaltung verschiedene Alternativen, die vom Statikbüro zu bemessen sind.

Es ist mit einem relativ schnell parallel mit dem Pegnitzhochwasser steigenden Grundwasserspiegel aufgrund der anstehenden durchlässigen Sande zu rechnen.

Dauerhaft sollten die im Boden eingelassenen Geschosse wasserundurchlässig ausgebildet werden.



6. Unterschriften

Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung.

Paul Müller Ing.-GmbH
Brunnenwiesenweg 23
90562 Kalchreuth

Kalchreuth,

.....

Starkregenereignisse

Nr.	Bezeichnung	Einzugsfläche		Fließweg-zeit		Wiederkehrintervall 100 Jahre		Blockregenabflüsse der Teileinzugsgebiete												
		brutto	netto	geschwindigkeit	länge	Niederschlagsspende	5 Minuten	zzgl. 20% Zuschl.												
		$A_{E,k,b}$	$A_{b,a}$	v	l	t	rN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		ha	ha	m/s	m	min	l/s*ha	Minuten ab Beginn Regenereignis												
1	Mühlstr. Helmplatz	1,87	1,683	2,50	150	60	582	698	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	
2	König-, Bäumen-, Schirmstr.	2,28	2,052	1,00	280	280	582	698	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
3	Rosen-, Alexanderstr.	1,66	1,494	1,25	75	60	582	698	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	
4	Blumenstr.	3,51	3,159	1,00	100	100	582	698	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	
5	Mathildenstr.	1,08	0,972	0,75	100	133	582	698	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68	
Regenabflusskurve an Heinrich Schliemann Gymnasium (unterhalb Gebiet 1)								1,18	2,61	2,61	2,61	2,61	3,65	2,48	3,25	3,93	3,93	2,89	2,89	0,68

Starkregenereignisse

Nr. Bezeichnung	Einzugsfläche		Fließweg-		Wiederkehrintervall 100 Jahre		Blockregenabflüsse der Teileinzugsgebiete																		
	brutto	netto	ge- schwindig- keit	län- ge	zeit	Niederschlagsspende 10 Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
$A_{\epsilon,k,b}$ ha	$A_{b,a}$ ha	v m/s	l m	t s	t min	zzgl. 20% Zuschl rN l/s*ha	Minuten ab Beginn Regenereignis																		
1 Mühlstr. Heimplatz	1,87	1,683	2,50	150	60	1,00	413,2	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83		
2 König-, Bäumen-, Schirmstr.	2,28	2,052	1,00	280	280	4,67	413,2	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02		
3 Rosen-, Alexanderstr.	1,66	1,494	1,25	75	60	1,00	413,2	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74		
4 Blumenstr.	3,51	3,159	1,00	100	100	1,67	413,2	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57		
5 Mathildenstr.	1,08	0,972	0,75	100	133	2,22	413,2	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48		
Regenabflusskurve an Heinrich Schliemann Gymnasium (unterhalb Gebiet 1)							0,83	1,85	1,85	1,85	2,59	2,59	4,16	4,64	4,64	3,81	2,79	2,79	2,79	2,05	2,05	0,48	0,48	0,48	0,48

Starkregenereignisse

Nr.	Bezeichnung	Einzugsfläche brutto netto	Fließ- weg- länge		zeit t	Wiederkehrintervall 100 Jahre Niederschlagsspende 15 Minuten		Blockregenabflüsse der Teileinzugsgebiete																												
			ge- schwindig- keit v	l		m	s	min	zzgl. 20% Zuschl. rN	l/s*ha	Minuten ab Beginn Regenereignis																									
$A_{E,k,b}$	$A_{b,a}$	ha	m/s	m	s	min		rN	l/s*ha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22					
1	Mühlstr. Helmplatz	1,87	1,683	2,50	150	60	1,00	333,3	400	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67					
2	König-, Bäumen-, Schirmstr.	2,28	2,052	1,00	280	280	4,67	333,3	400	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82					
3	Rosen-, Alexanderstr.	1,66	1,494	1,25	75	60	1,00	333,3	400	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60					
4	Blumenstr.	3,51	3,159	1,00	100	100	1,67	333,3	400	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26					
5	Mathildenstr.	1,08	0,972	0,75	100	133	2,22	333,3	400	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39					
									Regenabflusskurve an Heinrich Schliemann Gymnasium (unterhalb Gebiet 1)																											
									0,67	1,49	1,49	1,49	2,09	2,09	3,35	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,07	2,25	2,25	2,25	1,65	1,65	0,39

