

Hochwasserschutz Altdorf Nord, BA3 Hydrologie Mühlbach

Vorhabensträger: Wasserwirtschaftsamt Landshut
Seligenthaler Str. 12
84034 Landshut

Verfasser: Dr. Blasy - Dr. Øverland
Ingenieure GmbH

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

ea-WWALa-005.07/he

Verzeichnis der Unterlagen

Erläuterungsbericht Hydrologie Mühlbach

Anhang 1: Abflussmessung Mühlbach

Erläuterungsbericht

1.	Veranlassung und Vorgehensweise	1
2.	Einzugsgebiet	1
3.	Berechnungsmodell.....	2
4.	Gebietskenngößen.....	2
5.	Untersuchte Jährlichkeiten	4
6.	Niederschlagshöhen	4
7.	Abflussberechnungen	4
8.	Überprüfung der Gleichzeitigkeit.....	5

1. Veranlassung und Vorgehensweise

Für die Gewährleistung eines sicheren Hochwasserschutzes in Altdorf ist neben den Maßnahmen an der Pfettrach selbst auch ein geeigneter Umgang mit dem Mühlbach erforderlich. Dieser Bach wird oberstrom von Altdorf aus der Pfettrach ausgeleitet, quert an zwei Stellen die Bahnlinie und fließt unmittelbar nördlich der Bahnhofstraße wieder in die Pfettrach zurück.

Bei Hochwasser der Pfettrach wird der Mühlbach so stark beaufschlagt, dass Überflutungen der Bebauung entlang der Bahnhofstraße und südlich davon zu besorgen sind. Gefährdungen sind außerdem auch durch einen Rückstau der hochwasserführende Pfettrach über den Mündungsbereich in den Mühlbach möglich. Um Überflutungen durch den Mühlbach zukünftig zu vermeiden, soll die nördliche Unterquerung des Mühlbachs unter der Bahnlinie im Hochwasserfall temporär verschlossen werden. Im Wesentlichen fließt dann nur noch das Wasser im Mühlbachgerinne ab, das im Einzugsgebiet unterstrom des Absperrbauwerks anfällt. Dieses Wasser muss über ein Schöpfwerk in die Pfettrach gefördert werden.

Zur Dimensionierung der Förderleistung dieses Schöpfwerks muss die Wassermenge ermittelt werden, die in dem kleinen Einzugsgebiet des Mühlbachs unterstrom des Absperrbauwerks anfällt. Dazu werden Berechnungen mit einem eines Niederschlag-Abfluss-Modells (N-A-Modell) für verschiedenen Jährlichkeiten und Dauerstufen durchgeführt. Außerdem sollen Angaben zu den Abflüssen im abgesperrten Teileinzugsgebiet des Mühlbachs gemacht werden, die bei einem gleichzeitig auftretenden Hochwasserereignis an der Pfettrach anfallen können.

2. Einzugsgebiet

Das in Abbildung 1.1 dargestellte Einzugsgebiet des Mühlbachs westlich des Bahndamms wurde auf Basis von DGM1-Daten abgeleitet. Es weist eine Größe von $A_e = 0,28 \text{ km}^2$ auf.

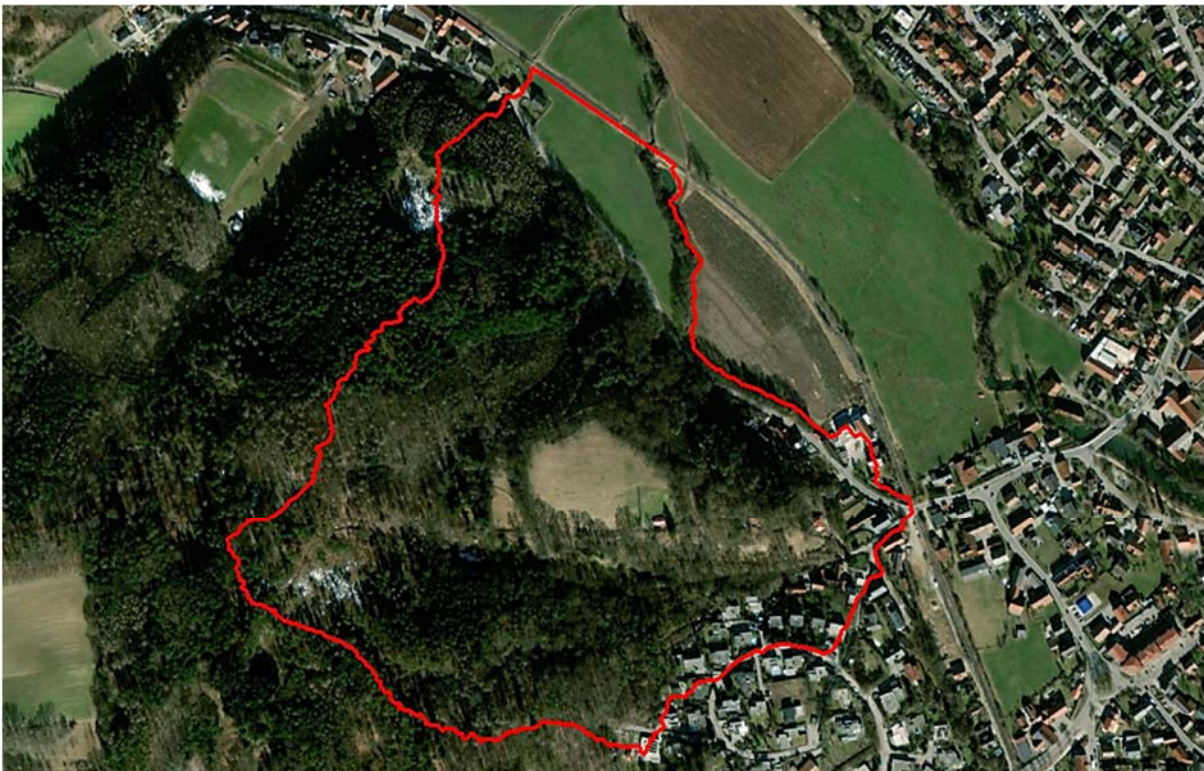


Abbildung 2.1: Einzugsgebiet Mühlbach ($A_e = 0,28 \text{ km}^2$)

3. Berechnungsmodell

Die Berechnungen wurden mit EGL-X durchgeführt. Dabei wurde das Lutz-Verfahren für die Ermittlung des effektiven Niederschlags verwendet. Für die Abflusskonzentration wurde aufgrund der kleinen Einzugsgebietsgröße das Dreiecksganglinienverfahren verwendet.

4. Gebietskenngrößen

Einzugsgebiet	Mühlbach
Ae [km ²]	0,28
Vorfluterlänge [km]	0,9
Länge bis zum Gebietsschwerpunkt [m]	0,5
Gefälle gewogen [%]	5,6

Auf Grundlage einer Abflussmessung vom 31.03.2021 wird ein Basisabfluss von 80 l/s angenommen (vgl. Anhang 1). Als Grundlage für die Ermittlung der in Abbildung 3.1 dargestellten Landnutzung der Flächen wurde die Corine CLC10 Landnutzungsdaten verwendet.



Abbildung 4.1: Landnutzung im Einzugsgebiet des Mühlbachs nach Corine CLC10

Die Bodentypen wurden auf Basis der Übersichtsbodenkarte ÜBK25 abgeleitet (siehe Abbildung 4.2)

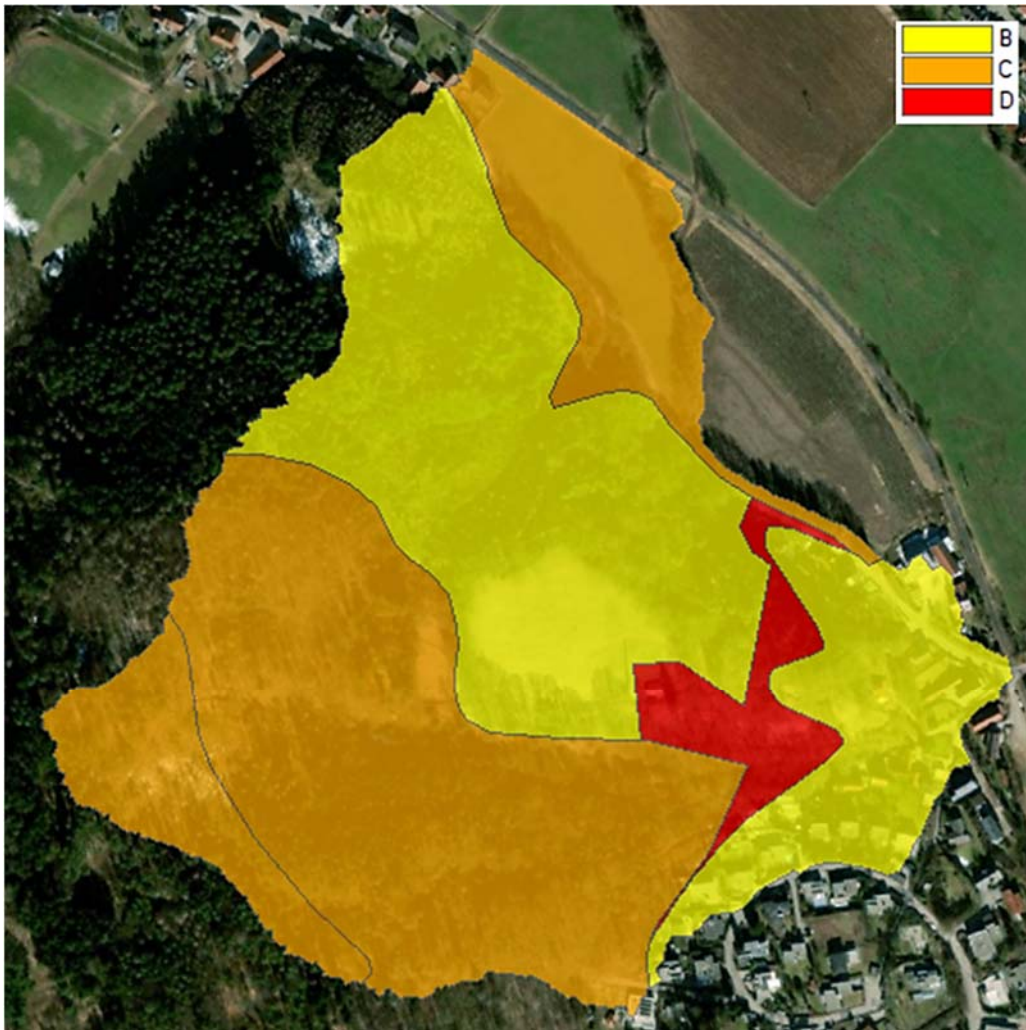


Abbildung 4.2: Bodenklassen im Einzugsgebiet des Mühlbachs

Damit ergibt sich folgende Matrix aus Landnutzung und Bodenklassen:

Landnutzung	Bodentyp			
	A	B	C	D
Laubwald	0	32.3	42.0	4.2
Nadelwald	0	0.0	0.0	0.0
bebauter Anteil	0	11.8	0.2	0.3
Ödland	0	0.0	0.0	0.0
Reihenkultur (Hackfrüchte, Weinbau, u.ä.)	0	0.0	0.0	0.0
Getreideanbau	0	0.0	0.0	0.0
Leguminosen (Klee, Luzerne, u.ä.)	0	0.0	0.0	0.0
Weideland	0	0.0	0.0	0.0
Dauerwiese	0	0.5	8.3	0.2
Haine, Obstanlagen, u.ä.	0	0	0	0
Flächensumme (%)				100

5. Untersuchte Jährlichkeiten

Neben der Ermittlung der Abflussmenge des Mühlbachs soll auch die Gleichzeitigkeit untersucht werden, bei der ein Hochwasser an der Pfettrach, das zu einer Schließung Absperrbauwerke zum Mühlbach hin führt, mit einem Hochwasserereignis am Mühlbach zusammentrifft. Daher wurden möglichst viele unterschiedliche Jährlichkeiten untersucht. Diese Jährlichkeiten richten sich nach den verfügbaren Niederschlagsjährlichkeiten nach KOSTRA (siehe Kap. 6) und beinhalten die Jährlichkeiten $T = 1, 2, 3, 5, 10, 20, 30, 50, 100$.

6. Niederschlagshöhen

Die Berechnung der Abflüsse erfolgt auf Basis der Starkregen-Statistik des Deutschen Wetterdienstes KOSTRA-DWD-2010R. Dabei wird die KOSTRA-Rasterzelle ausgewählt, die dem Gebietsschwerpunkt des Einzugsgebiets am nächsten gelegen ist. Für das Einzugsgebiet des Aubachs wird die Rasterzelle mit der Spalte 53 und der Zeile 87 ausgewählt.

Damit ergeben sich für das Untersuchungsgebiet für die unterschiedlichen Wiederkehrzeiten und Dauern folgende Niederschlagshöhen

Tabelle 6.1: Niederschlagshöhen (mm) für unterschiedliche Niederschlagsdauern und Jährlichkeiten N

Dauer	15 min.	20 min.	30 min.	45 min.	1h	1,5h	2h	3h	4h	6h	9h	12h	18h	24h	48h	72h
N1	10,3	11,8	13,7	15,5	16,5	18,4	19,8	22,1	23,8	26,5	29,5	31,8	35,4	38,2	46,6	52,4
N2	13,5	15,3	17,8	20,2	21,8	24,0	25,7	28,4	30,4	33,6	37,1	39,8	43,9	47,2	58,2	65,4
N3	15,3	17,3	20,2	23,0	24,9	27,3	29,2	32,1	34,3	37,8	41,5	44,5	48,9	52,4	64,9	73,1
N5	17,6	19,9	23,2	26,5	28,8	31,5	33,6	36,8	39,2	43,0	47,1	50,3	55,2	59,0	73,4	82,7
N10	20,8	23,5	27,3	31,2	34,1	37,1	39,5	43,1	45,9	50,1	54,8	58,3	63,8	68,0	85,0	95,8
N20	24,0	27,0	31,4	36,0	39,3	42,8	45,4	49,5	52,5	57,2	62,4	66,3	72,3	76,9	96,5	108,8
N30	25,8	29,0	33,8	38,8	42,4	46,1	48,9	53,2	56,4	61,4	66,8	71,0	77,3	82,1	103,2	116,4
N50	28,1	31,6	36,8	42,3	46,3	50,3	53,3	57,8	61,3	66,6	72,4	76,9	83,6	88,7	111,8	126,1
N100	31,3	35,1	40,9	47,0	51,6	55,9	59,2	64,2	68,0	73,8	80,0	84,8	92,1	97,7	123,3	139,1

Es wird angenommen, dass in einem kleinen Einzugsgebiet ein n-jähriger Niederschlag im Mittel einen n-jährigen Abfluss verursacht. Üblicherweise erfolgt eine Abminderung der Gebietsniederschläge erst bei deutlich größeren Einzugsgebieten, in denen es zu einer ungleichmäßigen räumlichen Überregnung kommen kann.

Die Niederschlagsverteilung erfolgt mittenbetont nach DVWK.

7. Abflussberechnungen

Die Ergebnisse der Abflussberechnungen für alle untersuchten Jährlichkeiten und Niederschlagsdauern sind in der Tabelle 7.1 zusammengestellt. Aufgrund der geringen Größe des abgesperrten Einzugsgebiets ergeben sich die größten Abflüsse bei allen untersuchten Jährlichkeiten für Niederschläge mit Dauern zwischen 1,0 und 2,0 Stunden. Als maßgebend kann eine Regendauer von 1,5 Stunden angesetzt werden. Die dabei zu erwartenden Abflüsse

liegen zwischen 211 l/s bei einem 1-jährlichen Ereignis und 1.061 l/s bei einem 100-jährlichen Ereignis. Bei einem 5-jährlichen Ereignis ist mit einem Abfluss von maximal 442 l/s zu rechnen.

Tabelle 7.1: Abflüsse im abgesperrten Einzugsgebiet des Mühlbachs (m³/s)

Dauer [h]	HQ ₁₀₀	HQ ₅₀	HQ ₃₀	HQ ₂₀	HQ ₁₀	HQ ₅	HQ ₃	HQ ₂	HQ ₁
0:15	0,592	0,500	0,439	0,393	0,318	0,253	0,211	0,182	0,139
0:20	0,703	0,595	0,520	0,466	0,377	0,296	0,245	0,209	0,157
0:30	0,860	0,727	0,636	0,567	0,456	0,357	0,293	0,247	0,179
0:45	1,002	0,849	0,741	0,659	0,527	0,411	0,334	0,278	0,198
1:00	1,076	0,909	0,793	0,704	0,565	0,436	0,352	0,291	0,203
1:30	1,061	0,903	0,790	0,705	0,566	0,442	0,358	0,299	0,211
2:00	1,032	0,881	0,773	0,691	0,560	0,440	0,359	0,300	0,214
3:00	0,966	0,828	0,732	0,658	0,536	0,426	0,350	0,296	0,215
4:00	0,915	0,787	0,697	0,628	0,517	0,412	0,342	0,290	0,213
6:00	0,818	0,708	0,631	0,571	0,474	0,383	0,322	0,276	0,207
9:00	0,659	0,577	0,517	0,472	0,397	0,326	0,278	0,242	0,187
12:00	0,554	0,489	0,441	0,404	0,344	0,286	0,247	0,218	0,172
18:00	0,438	0,390	0,355	0,328	0,283	0,241	0,211	0,189	0,155
24:00	0,372	0,334	0,306	0,284	0,249	0,214	0,190	0,173	0,144
48:00	0,283	0,257	0,238	0,224	0,199	0,175	0,158	0,146	0,125
72:00	0,239	0,220	0,205	0,194	0,175	0,156	0,143	0,133	0,117

8. Untersuchung der Gleichzeitigkeit

Für die Regulierung der Absperrbauwerke und den Zeitpunkt ihrer Schließung können verschiedene Fälle relevant sein:

- ▷ Verschluss des Sielbauwerks am Bahndamm mit der Folge, dass nur noch der geringe Restabfluss aus dem abgesperrten Einzugsgebiet westlich des Bahndamms im Mühlbach abfließt,
- ▷ Verschluss des Sielbauwerks am Schöpfwerk an der Mündung des Mühlbachs in die Pfettrach mit dem Ziel, Hochwassergefährdungen am Mühlbach durch einen Rückstau der Pfettrach zu verhindern.

Der Verschluss des Sielbauwerks am Bahndamm kann schon bei relativ häufig auftretenden Hochwasserereignissen notwendig sein, um Überflutungen durch Ausuferungen des hydraulisch nicht sehr leistungsfähigen Mühlbachs zu verhindern. Für die Dimensionierung des Schöpfwerks ist dieser Fall nicht relevant und muss daher nachfolgend auch nicht näher betrachtet werden. Entscheidend ist der zweite Fall, da die Größe des Abflusses im abgesperrten Einzugsgebiet des Mühlbachs gesucht wird, der bei Hochwasserereignissen auftritt, bei denen das Sielbauwerk an der Mühlbachmündung geschlossen werden muss. Dieser Abfluss muss letztlich mit dem Schöpfwerk in die Pfettrach gefördert werden.

Zur Ermittlung des dafür relevanten Hochwasserereignisses wurde eine hydraulische Berechnung mit schrittweise ansteigendem Abfluss bei gleichzeitiger Schließung des geplanten

oberen Sielbauwerks am Bahndamm durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass es ab einem Abfluss von ca. 75 m³/s in der Pfettrach zu einem Rückstau in den Mühlbach kommt, der im Bereich der Bahnhofstraße zu Ausuferungen und in der Folge davon zur Überflutung bebauter Bereiche führt. Dies entspricht etwa einem 100-jährlichem Abflussereignis der Pfettrach am Pegel Altdorf (siehe Tabelle 8.1).

Tabelle 8.1: Hochwasserkennwerte Pegel Altdorf/ Pfettrach

statistische Abflusskenngrößen:		Extremwerte Hochwasser	
HQ ₁	11,4 m ³ /s	1 52,3 m ³ /s	15.02.1990
HQ ₂	19,3 m ³ /s	2 52,0 m ³ /s	02.08.1991
HQ ₅	29,4 m ³ /s	3 42,2 m ³ /s	13.04.1994
HQ ₁₀	38,1 m ³ /s	4 39,8 m ³ /s	02.03.1987
HQ ₂₀	47,5 m ³ /s	5 39,2 m ³ /s	20.02.1999
HQ ₅₀	62,2 m ³ /s		
HQ ₁₀₀	74,8 m ³ /s		

Aufgrund der sehr großen Unterschiede in der Größe der Einzugsgebiete kann mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Abflüsse in der Pfettrach (Einzugsgebietsgröße $A_e = 110,16 \text{ km}^2$) und im abgesperrten Einzugsgebiet des Mühlbachs westlich des Bahndamms (Einzugsgebietsgröße $A_e = 0,28 \text{ km}^2$) statistisch unabhängig voneinander auftreten.

Der Fall, dass das Sielbauwerk an der Mühlbachmündung geschlossen werden muss, tritt nur mit einer geringen Wahrscheinlichkeit in der Größenordnung eines 100-jährlichem Ereignisses auf, das für die Auslegung der Hochwasserschutzmaßnahmen herangezogen wird. Dass gleichzeitig dazu ein hoher Abfluss im abgesperrten Einzugsgebiet des Mühlbachs westlich des Bahndamms auftritt, ist wenig wahrscheinlich. Dabei ist zu beachten, dass die größten Abflüsse im abgesperrten Mühlbach in der Folge lokaler Starkregenereignisse mit kurzer Dauer von 1 bis 2 Stunden auftreten, die in der Pfettrach kein seltenes Hochwasser verursachen werden.

Wenn das Schöpfwerk unter rein wirtschaftlichen Aspekte mit einer möglichst geringe Förderleistung dimensioniert werden soll, müsste dies mit Hilfe einer statistischen Gleichzeitigkeitsuntersuchung erfolgen. Damit wäre es möglich, eine Aussage über die Größe von lokalen Starkregenereignissen abzuleiten, die gleichzeitig mit einem Hochwasser der Pfettrach auftreten, bei dem das Sielbauwerk an der Mühlbachmündung verschlossen werden muss.

Dafür müssten allerdings Regenereignisse an nahe gelegenen Niederschlagsstationen ausgewertet werden können, die gleichzeitig mit einem HQ₁₀₀ der Pfettrach aufgezeichnet wurden. Ein derartiges Ereignis wurde jedoch in den bisherigen Pegelaufzeichnungen noch nicht erreicht, so dass eine detaillierte statistische Betrachtung unter Verwendung historischer Daten von Niederschlagsstationen nicht möglich ist.

Hilfsweise könnte die Förderleistung des Schöpfwerks mit der Abflussspende berechnet werden, die bei einem 100-jährlichem Hochwasser der Pfettrach auftritt. Mit einem entsprechenden Hochwasserabfluss von 74,8 m³/s und einer Einzugsgebietsgröße von $A_e = 110,16 \text{ km}^2$ ergibt sich eine Abflussspende in Höhe von ca. 680 l/(s*km²). Wird diese Abflussspende auf das abgesperrte Einzugsgebiet des Mühlbachs westlich des Bahndamms ($A_e = 0,28 \text{ km}^2$) übertragen, errechnet sich ein Abfluss im Mühlbach von ca. 190 l/s.

Das entspricht einem Abfluss, der nach den Ergebnissen der N-A-Modellberechnungen bei einem 1-jährlichen Regenereignis mit Dauern zwischen ca. 1 und 6 Stunden entsteht (vgl. Tabelle 7.1). Unterstellt man, dass beide Ereignisse tatsächlich völlig unabhängig voneinander auftritt, ergibt sich eine Verbundwahrscheinlichkeit als Produkt der Wahrscheinlichkeit der beiden Einzelereignisse von einmal in 100 Jahren. Da der Hochwasserschutz für ein 100-jährliches Ereignis ausgelegt werden soll, wäre das Schöpfwerk auf diese Weise gerade ausreichend bemessen.

Allerdings muss beachtet werden, dass das Schadenspotenzial durch Überflutungen des aufernden Mühlbachs in der Folge einer nicht ausreichenden Schöpfwerksdimensionierung als relativ hoch zu bewerten ist. Die Mehrkosten für den Bau und Betrieb eines Schöpfwerks, das für eine größere Förderleistung ausgelegt wird, erscheinen demgegenüber nicht sehr hoch.

Unter diesem Aspekt wird vorgeschlagen, die Förderleistung des Schöpfwerks auf der sicheren Seite für die Abflüsse im Mühlbach auszulegen, die bei einem 5-jährlichen Starkregenereignis auftreten können. Nach den Angaben in Tabelle 7.1 ergibt sich für die maßgebende Regendauer von 1,5 Stunden ein Bemessungsabfluss von

$$Q_B = 440 \text{ l/s}$$

Auf diese Weise ergibt sich eine weit hinreichende Verbundwahrscheinlichkeit als Produkt der Wahrscheinlichkeit der beiden Einzelereignisse von einmal in 500 Jahren. Die Schöpfwerksleistung ist somit ausreichend bemessen. Der Ansatz noch größerer Fördermengen ist nicht zweckmäßig, weil die Wahrscheinlichkeit dafür, dass dies tatsächlich benötigt wird, als sehr gering bewertet werden kann.

Zusätzlich kann berücksichtigt werden, dass die Pumpen des Schöpfwerks unter Beachtung der (n-1)-Regel redundant ausgelegt werden sollen. Das Schöpfwerk soll mit drei Pumpen ausgerüstet werden, so dass die benötigte Förderleistung durch den Einsatz von zwei Pumpen gewährleistet werden muss. Für den (eher wahrscheinlichen) Fall, dass bei einem Einsatz alle drei Pumpen genutzt werden können, steht eine entsprechend größere Förderleistung zur Verfügung, so dass die Sicherheit im Hinblick auf eine ausreichende Dimensionierung nochmals höher ist.

Eching am Ammersee, den 06.07.2022

Dr. Blasy – Dr. Øverland
Beratende Ingenieure

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