



Tiefbauamt
Stadt Bern

Oberingenieurkreis II

Bau-, Verkehrs- und
Energiedirektion
des Kantons Bern
Tiefbauamt

Wasserbauplan
Beilage C.3.1

Gemeinde		Bern	
Erfüllungspflichtige		Stadt Bern	
Gewässernummer		37	
Gewässer		Aare	
Datum	Rev.	22.05.2018	08.01.2021

Dossier-Datum	08.01.2021
Revidiert	
Projekt-Nr.	
Format	A4
Freigabe	hpm

Hochwasserschutz Aare Bern Gebietsschutz Quartiere an der Aare Projektänderungen Klösterlistutz und Altenberg

Unterlage

Technischer Bericht Teil I und III
inkl. Kostenvoranschlag

Projektverfassende

Generalplanerteam HWS Aarebogen:
p.A.

Emch+Berger AG Bern

Seestrasse 7
CH-3700 Spiez
Tel. +41 33 650 75 75
www.emchberger.ch



Engineering



Flussbau AG SAH
dipl. Ing. ETH/SIA flussbau.ch

Rolf Mühlethaler
Architekt BSA SIA

w+s
Landschaftsarchitekten AG

Wasserbauplangenehmigung:

Impressum

Auftragsnummer	599070 (Projektnummer Stadt Bern)
Auftraggeber	Stadt Bern
Datum	08. Januar 2021
Version	1.3
Autoren nach Firma, alphabetisch	G. Lauber, H. Meier, W. Bertschi, A. Bucher, A. Widmer (Emch+Berger AG Bern) S. Geisser, R. Künzi, (Flussbau AG SAH) P. Billeter, J. Jenzer, M. Zahno (IUB Engineering AG) R. Mühlethaler (Rolf Mühlethaler, Architekt BSA SIA) T. Weber (w+s Landschaftsarchitekten AG) D. Biaggi, E. Wüthrich (Geotechnisches Institut AG)
Freigabe	G. Lauber, H. Meier
Verteiler	Dossier Auflage 2021, Teil Altenberg
Datei	J:\F_WNF_Fs07\BE.N.07120\300_ab_WBP\4_plan\43_baup\WBP- Dossier\06_Dossier_Neuaufgabe_2020\Dokumente Word Teil III\HWS_Aare_WBP_Beilage_C.3.1.DOCX
Seitenanzahl	75
Copyright	© Generalplanerteam HWS Aarebogen , p.A. Emch+Berger AG Bern

Inhalt

TEIL I Angaben zum Projekt und Grundlagen	1
0 Prämissen	1
0.1 Darstellung der Änderungen	1
0.2 Angepasster Inhalt	1
1 Anlass und Auftrag, Angaben zum Projekt	1
1.1 Aufbau des Dossiers	1
1.2 Anlass / Ausgangslage	2
1.3 Projektgeschichte und Rahmenbedingungen	2
1.4 Projektziele	4
1.5 Projektperimeter und Projektabgrenzung	4
1.5.1 Projektperimeter und Projektabschnitte	4
1.5.2 Drittprojekte	7
1.6 Projektorganisation	7
1.6.1 Gesamtprojekt	7
1.6.2 Generalplanerteam HWS Aarebogen	9
1.6.3 Adressen Projektteam	10
1.7 Partizipation und Mitwirkung	11
1.7.1 Organisation	11
1.7.2 Akteuranalyse	11
1.7.3 Partizipation und Information / Begehungen und Besprechungen	11
1.7.4 Mitwirkung	16
1.8 Genehmigungsverfahren und Finanzierung	17
1.8.1 Genehmigungsverfahren / Ablauf / Termine	17
1.8.2 Finanzierung	18
2 Ausgangslage / Ist-Zustand	19
2.1 Bestehende und künftige Nutzungen	19
2.1.1 Nutzungszonenplan	19
2.1.2 Kantonales See- und Flusssufergesetz / Raumplanungsgesetz	20
2.1.3 Regionaler Richtplan Aareschlaufen	20
2.1.4 Aareraum Planung	20
2.2 Frühere Projekte / bestehende Schutzbauten	21
2.3 Einzugsgebiet, historische Ereignisse und Szenarien	21
2.3.1 Einzugsgebiet	21
2.3.2 Historische Ereignisse	22

2.3.3	Hochwasserszenarien / Geschiebe	22
2.4	Gefahrenkarte vor Massnahmen / Schwachstellen	23
2.5	Hydraulik und Geschiebe	24
2.5.1	Hydraulische Modellierung	24
2.5.2	Kurzbeschreibung des hydraulischen Modells	24
2.5.3	Eichung	24
2.5.4	Überprüfung Modell anhand des Hochwassers vom Mai 2015	24
2.5.5	Kapazität Ist-Zustand	25
2.5.6	Geschiebehaushalt	25
2.5.7	Schwemmholz	27
2.6	Geologische Verhältnisse	28
2.7	Hydrogeologische Verhältnisse	29
2.8	Siedlungsentwässerung	29
2.9	Städtebauliche Aspekte / Gestaltung	29
2.10	Natur und Umwelt	30
2.11	Schadenpotentiale und Risiken vor Massnahmen	31
3	Projektannahmen	32
3.1	Hochwasserschutzziele / Defizite	32
3.1.1	Hochwasserschutzziele	32
3.1.2	Defizite	32
3.1.3	Projektziele	33
3.2	Ökologische Entwicklungsziele / Defizite	38
3.3	Hydraulische Modellrechnungen Projektzustand	38
3.3.1	Modellrechnungen	38
3.3.2	Dimensionierungsszenarien	38
3.3.3	Sensitivitätsanalyse	39
TEIL III	Übergreifende Themen und Schlussfolgerungen	41
1	Kosten	41
2	Bauablauf	41
2.1	Bauvorgang allgemein	41
2.1.1	Wasserhaltung	41
2.1.2	Baustellenzufahrten und Baustellenerschliessung	42
2.2	Bauvorgang pro Bereich	42
2.2.1	Bereich L1: Eichholz (km 26.600 - 27.500)	42
2.2.2	Bereich L2: Gaswerk (km 27.500 - 28.025)	44
2.2.3	Bereich L3: Marzilibad (km 28.025 - 28.400)	45

2.2.4	Bereich L4: Aarstrasse (km 28.400 - 29.000)	45
2.2.5	Bereich L5: Tych (km 29.000 - 29.090)	46
2.2.6	Bereich L6: Matte (km 29.090 - 29.750)	47
2.2.7	Bereich L7: Münsterbauhütte (km 29.750 - 30.100)	49
2.2.8	Bereich L8: Schütte (km 30.100 - 32.600)	50
2.2.9	Bereich R1: Dählhölzli (km 26.600 - 27.570)	50
2.2.10	Bereich R2: Dalmaziquai (km 27.570 - 28.400)	50
2.2.11	Bereich R3: Matte rechts (km 28.400 - 29.750)	51
2.2.12	Bereich R4: Altenberg (km 29.750 - 32.600)	52
2.3	Richtbauprogramm	53
3	Überlast	57
3.1	Ausgangslage	57
3.2	Überlastszenarien	57
3.2.1	Überlast U1: Abflussspitze <i>HQ₁₀₀₀</i>	57
3.2.2	Überlast U2: Verklausung Schwellenmätteli	57
3.2.3	Überlast U3: Verklausung Untertorbrücke	58
3.3	Verhalten und Massnahmen bei Überlast	58
3.4	Einfluss Stollen Thun	59
4	Verbleibende Gefahren und Risiken	60
4.1	Verbleibende Gefahren nach Massnahmen	60
4.2	Umsetzung in der Richt- und Nutzungsplanung	63
4.3	Schadenpotentiale und Risiken nach Massnahmen, Kostenwirksamkeit	63
5	Notfallplanung	64
6	Projektauswirkungen	64
6.1	Umweltverträglichkeitsbericht (UVB)	64
6.2	Geschützte Bausubstanz und Städtebau	64
6.3	Nutzungen	65
6.4	Gewässerschutzbereiche und belastete Standorte	65
6.5	Rodungen und Ersatzaufforstungen	65
6.6	Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen	65
7	Landerwerb	66
8	Betrieb und Unterhalt	66
8.1	Zuständigkeiten	66
8.2	Allgemeiner Unterhalt und Pflegegrundsätze	67
8.3	Einsatzübung	67

9	Nachweise Mehrleistungen Subventionen	67
10	Grundlagen	68
10.1	Berichte und Studien	68
10.2	Digitale Grundlagen	69

TEIL I Angaben zum Projekt und Grundlagen

0 Prämissen

0.1 Darstellung der Änderungen

Änderungen im vorliegenden Fachbericht gegenüber der Auflage 2018 sind wie folgt dargestellt:

- ~~Alter Text / fällt weg / ungültig~~
- **Neuer Text / Angepasste Angaben**

0.2 Angepasster Inhalt

Angepasst sind Textpassagen/Grafiken in folgenden Kapiteln:

- Teil I: 0, 3.1.3, 3.3.2
- Teil III: 2.2.11, 3.4, 4.1, 6.3

1 Anlass und Auftrag, Angaben zum Projekt

1.1 Aufbau des Dossiers

Das Dossier Wasserbauplan der Mitwirkung für das Projekt Hochwasserschutz (HWS) Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare, besteht aus den folgenden Teilen:

- | | |
|--------|---|
| Teil A | Genehmigungsvermerke (folgen in den weiteren Projektphasen) |
| Teil B | Wasserbauplan mit den rechtsverbindlichen Plänen <ul style="list-style-type: none">- Technische Pläne- Längenprofile- Querprofile- Siedlungsentwässerung- Landerwerb- Rodungen und Ersatzaufforstungen |
| Teil C | Orientierende Unterlagen zum Wasserbauplan <ul style="list-style-type: none">- Pläne allgemein- Gestaltungspläne- Vereinbarung der Projektziele / Nutzungsvereinbarung- Technischer Bericht- Separate Fachberichte- Mitwirkungsbericht- UVB-Bericht |

Der Technische Bericht ist somit Teil der orientierenden Unterlagen zum Wasserbauplan und besteht aus drei Teilen:

Teil I **Angaben zum Projekt und Ausgangslage**

- | | |
|---------|--|
| Teil II | Projektbeschreibung / Massnahmen pro Quartier <ul style="list-style-type: none">- Abschnitt Marzili (L1 – L3)- Abschnitt Matte links (L4 – L6) und Matte rechts (R3)- Abschnitt Langmauer (L7 – L8)- Abschnitt Dalmazi (R1 – R2)- Abschnitt Altenberg (R4) |
|---------|--|

Teil III Übergreifende Themen und Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Bericht werden die **Teile I und III** behandelt. Die Projektbeschreibung pro Quartier ist separat gebunden.

1.2 Anlass / Ausgangslage

Die Altstadt von Bern ist ein städtebauliches Monument von grösster Bedeutung. Im Spätmittelalter auf der Halbinsel der Aare erbaut, hat sich die Stadt bis in unser Jahrhundert als kompakter Stadtkörper erhalten, d.h. sich den wandelnden Bedürfnissen und architektonischen Ansichten entsprechend verändert, jedoch den Charakter der Gründungsstadt immer beibehalten. Wesentlich für die Wahrnehmung der Stadt ist ihre Lage über dem Aaretal, dessen Hänge auf der Nord- wie auch auf der Südseite weitgehend unbebaut geblieben und als Parkanlage bzw. als terrassierte Gärten ausgestaltet sind.

Das Mattequartier, seit alters her Gewerbe- und Handwerkerquartier sowie Wohngebiet für einfache Leute, ist auf Schwemmland der Aare entstanden, nur leicht erhöht gegenüber dem Aarespiegel. Nicht zuletzt wegen der Aareschwelle, deren Existenz (nicht deren Bestand) ebenfalls in das späte Mittelalter zurückgeht und die zur Gewinnung von Wasserkraft zum Antrieb von Sägen, Mühlen, Stampfen etc. notwendig war, ist das Quartier immer wieder von Hochwassern heimgesucht worden. Ebenfalls befinden sich die Quartiere Marzili, Dalmazi, Altenberg und Langmauer direkt an der Aare.

Die Hochwasserschutzbauten an der Aare können die heutigen Sicherheitsanforderungen jedoch nicht mehr erfüllen. Das wurde nach dem Hochwasser vom Mai 1999 deutlich, als das Wasser in der Matte über die Ufer trat und zu Überschwemmungen führte. Im August 2005 trat die Aare erneut über die Ufer, diesmal wegen grosser Mengen Schwemmholz, die sich an der Wehranlage im Schwellenmätteli verfangen hatten. Wasser aus der Aare floss durch das Mattequartier und mündete oberhalb der Nydeggbücke zurück in den eigentlichen Flusslauf. Im Jahr 2005 beliefen sich die Schäden im Stadtgebiet auf 50 Millionen Franken [2].

1.3 Projektgeschichte und Rahmenbedingungen

Seit dem Hochwasser im Frühling 1999 mit den grossen Schadenfolgen in Bern ist die Überschwemmungsgefahr für die exponierten Quartiere ein wichtiges Thema in der Stadt und wird politisch kontrovers diskutiert. Das Hochwasser im August 2005 hat dem Thema eine neue Aktualität verliehen und auch in den Folgejahren, insbesondere 2007, stieg der Pegel der Aare mehrere Male bedrohlich an.

Seit 1999 wurden von den verantwortlichen Stellen verschiedene Studien ausgearbeitet mit dem Ziel, den Hochwasserschutz zu verbessern. Nach einem mehrstufigen Beurteilungsprozess im Rahmen einer Sicherheits- und Nutzwertanalyse zu zehn Varianten wurden an der Gemeinderatssitzung vom 31. Mai 2006 die beiden am besten bewerteten Varianten für eine Weiterbearbeitung ausgewählt: Die Variante „Objektschutz Quartiere an der Aare“, und die Variante „Stollen Dalmazi-Seftau“. Im Rahmen zweier Vorprojekte wurden die beiden Varianten unabhängig voneinander in separaten Projektteams untersucht. Der Gemeinderat entschied Mitte Februar 2009, beim Stadtrat die Erarbeitung eines Wasserbauplan der Variante „Objektschutz Quartiere an der Aare“ zu beantragen.

Am 7. Mai 2009 erhielt der Gemeinderat durch eine vom Stadtrat überwiesene dringliche interfraktionelle Motion den Auftrag, zum Mattequartier eine dritte Variante auszuarbeiten. Die „Nachhaltige Variante“ (NVA) schlug lokale Schutzmassnahmen an den einzelnen Gebäuden vor. Stehendes Wasser im Quartier sowie überflutete Keller und Erdgeschosse sollten als akzeptiertes Risiko in Kauf genommen werden. Der Motionstext verlangte ein „Abweichen vom absoluten Schutz der Matte gegen das Hochwasser“. Auf Antrag des Gemeinderats beschloss der Stadtrat, zunächst eine Projektstudie zu erarbeiten. Untersucht wurden insbesondere folgende Themenbereiche: Beurteilung der Gefahrensituation, verbleibende und zu akzeptierende Risiken, exemplarische Schätzung der Investitionskosten und rechtliche Aspekte.

Aufgrund der Ergebnisse der Projektstudie verzichtete der Stadtrat am 15. März 2012 auf eine weiterführende Bearbeitung der „Nachhaltigen Variante“ in Form eines Vorprojekts. Es wurde entschieden, dass der Hochwasserschutz an der Aare im Rahmen des Projektes „Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ grundsätzlich auf der Basis des Vorprojekts „Objektschutz Quartiere an der Aare“ vorzunehmen sei. Im Rahmen einer vorausgehenden Projektstudie [6] wurden bereits Alternativlösungen für das Mattequartier, insbesondere zur Ausbildung der Mauer, abgeklärt und auf den öffentlich zugänglichen oberen und unteren Quai wurde verzichtet. Der Projektierungskredit für das Projekt "Gebietsschutz Quartiere an der Aare" wurde an der Gemeindeabstimmung vom 3. März 2013 mit einem Mehr von 88.1% vom Stimmvolk angenommen. Die Projektierungsarbeiten wurden danach umgehend gestartet. Einzelne Projektabschnitte wurden dabei überarbeitet, dies vor allem in Hinblick auf Risikobetrachtungen.

In den Gebieten Marzili, Gaswerk und Tych / Aarstrasse wurde das im Vorprojekt [5] geschilderte Prinzip weiterverfolgt, da die Verhältnismässigkeit zwischen Nutzen (Risikoreduktion) und Kosten gegeben und die Massnahmen städtebaulich unumstritten waren. Für die Quartiere Dalmazli, Marzili (oben), Langmauer und Altenberg sollten die in der Projektstudie "Nachhaltige Variante" neu gewonnenen Erkenntnisse in die Überarbeitung mit einfließen und die Verhältnismässigkeit der Massnahmen in Relation zum Schadenpotential stärker berücksichtigt werden. Für das Mattequartier war insbesondere die Höhe der Schutzmauer zu hinterfragen und festzulegen, inwiefern das Freibord durch mobile Massnahmen gesichert werden kann. Die Abwägung von möglichen Hochwasserschutzlösungen wurde auf Basis der heute gültigen Rahmenbedingungen und der seit 2005 geltenden Risikostrategie des Kantons Bern ([10], [11], [9], [17]) durchgeführt.

Wenn mit einem grossen baulichen Eingriff die Sicherheit der Quartiere vor weiteren Überschwemmungen gewährleistet werden soll, so sind die dazu notwendigen baulichen Massnahmen mit äusserster Sorgfalt auf den besonderen Wert der Berner Altstadt und des Mattequartiers abzustimmen. Das „Quartier am Wasser“ – mit den Häusern, die direkt im Wasser stehen - ist für die Erscheinung der Matte charakteristisch. Bedeutend ist, dass zwischen Niedrigwasser- und Hochwasserstand eine grosse Differenz besteht und sich die baulichen Massnahmen in beiden Fällen auf selbstverständliche Art integrieren müssen. Der Umstand, dass die Altstadt von Bern in die Liste der Weltkulturgüter der UNESCO eingetragen ist, unterstreicht die Bedeutung, welche der Gestaltung der zu treffenden baulichen Massnahmen zukommt. Die Projektbearbeitung erfordert entsprechend grösste Umsicht und Flexibilität in der Ausarbeitung von gestalterischen und technischen Lösungen sowie im Umgang mit Fachstellen und direkt Betroffenen.

1.4 Projektziele

Die letzten Hochwasser haben deutlich gezeigt, dass zum Teil ein grosses Schutzdefizit besteht. Dies hat einerseits mit dem baulichen Zustand der Anlagen zu tun, ist aber andererseits auch auf die gesteigerte Nutzungsintensität des Aareraums zurückzuführen.

Der Zweck der Hochwasserschutzbauten an der Aare in Bern ist das vollständige und schadlose Ableiten von Hochwasser bis zum Bemessungsabfluss, welcher pro Abschnitt unterschiedlich festgelegt wurde. Grössere Abflüsse müssen so beherrscht werden können, dass kein grundsätzliches Versagen des Systems eintritt. Die technischen Bauwerke an der Aare werden zur kontrollierten Ableitung des Aarewassers und zum Schutz von Menschen und Sachwerten vor der Naturgefahr Hochwasser genutzt (vorgesehene Nutzung). Neben den funktionellen Anforderungen müssen die Bauwerke aber auch städtebaulich hohen Ansprüchen genügen:

- eine hochwertige Gestaltung der Hochwasserschutzmassnahmen soll eine konsolidierte Akzeptanz der Bauten zur Integration in das UNESCO Weltkulturerbe herbeiführen.
- Gartenhistorisch wertvolle Aussenräume sollen erhalten bleiben.

Ein partizipativer Planungsprozess wird auch ausserhalb der offiziellen Mitwirkung angestrebt, da er Konflikte frühzeitig erkennen und für alle Projektbeteiligten transparent machen lässt, Frustrationen vermieden und Zeit und Kosten eingespart werden können. Uferschutz- und Aareraumplanung werden als verbindliche Grundlagen erarbeitet. Die Uferschutzpläne werden (falls nötig) im Nachgang an den Wasserbauplan in einem separaten Verfahren angepasst und genehmigt. Die Anpassungen der Uferschutzpläne werden durch das Stadtplanungsamt vorgenommen.

Weitere Angaben können dem Übersichtsplan C.1.1 entnommen werden.

1.5 Projektperimeter und Projektabgrenzung

1.5.1 Projektperimeter und Projektabschnitte

Der Projektperimeter erstreckt sich entlang der Aare von km 26.600 auf beiden Seiten der Aare bis zum km 32.600 (Abbildung 1). Der Projektperimeter wird in insgesamt sechs Abschnitte unterteilt. Diese Abschnitte werden weiter in Bereiche unterteilt, wobei die Bezeichnungen L / links und R / rechts die Aareseite (in Fliessrichtung gesehen) angeben. Die Einteilung der Abschnitte und Bereiche ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Einteilung Projektabschnitte und -bereiche am linken (L) und rechten (R) Aareufer.

	Abschnitt	Bereich	Kürzel	Kilometrierung	
Ufer links	Marzili	Eichholz	L1	26.600 – 27.500	Inkl. Schönausteg
		Gaswerk	L2	27.500 – 28.025	
		Marzilbad	L3	28.025 – 28.400	
	Abschnittsgrenze Dalmazibrücke			28.400	
	Matte links	Aarstrasse	L4	28.400 – 29.000	
		Tych	L5	29.000 – 29.090	Inkl. Tychsteg
		Matte	L6	29.090 – 29.750	
	Abschnittsgrenze Untertorbrücke			29.750	
	Langmauer	Münsterbau- hütte	L7	29.750 – 30.100	
		Schütte	L8	30.100 – 32.600	
Ufer rechts	Dalmazi	Dählhölzli	R1	26.600 – 27.570	
		Dalmaziquai	R2	27.570 – 28.400	Inkl. Dalmazibrücke
	Abschnittsgrenze Dalmazibrücke			28.400	
	Matte rechts	Matte rechts	R3	28.400 – 29.750	Inkl. Untertorbrücke
	Abschnittsgrenze Untertorbrücke			29.750	
	Altenberg	Altenberg	R4	29.750 – 32.600	Inkl. Altenbergsteg

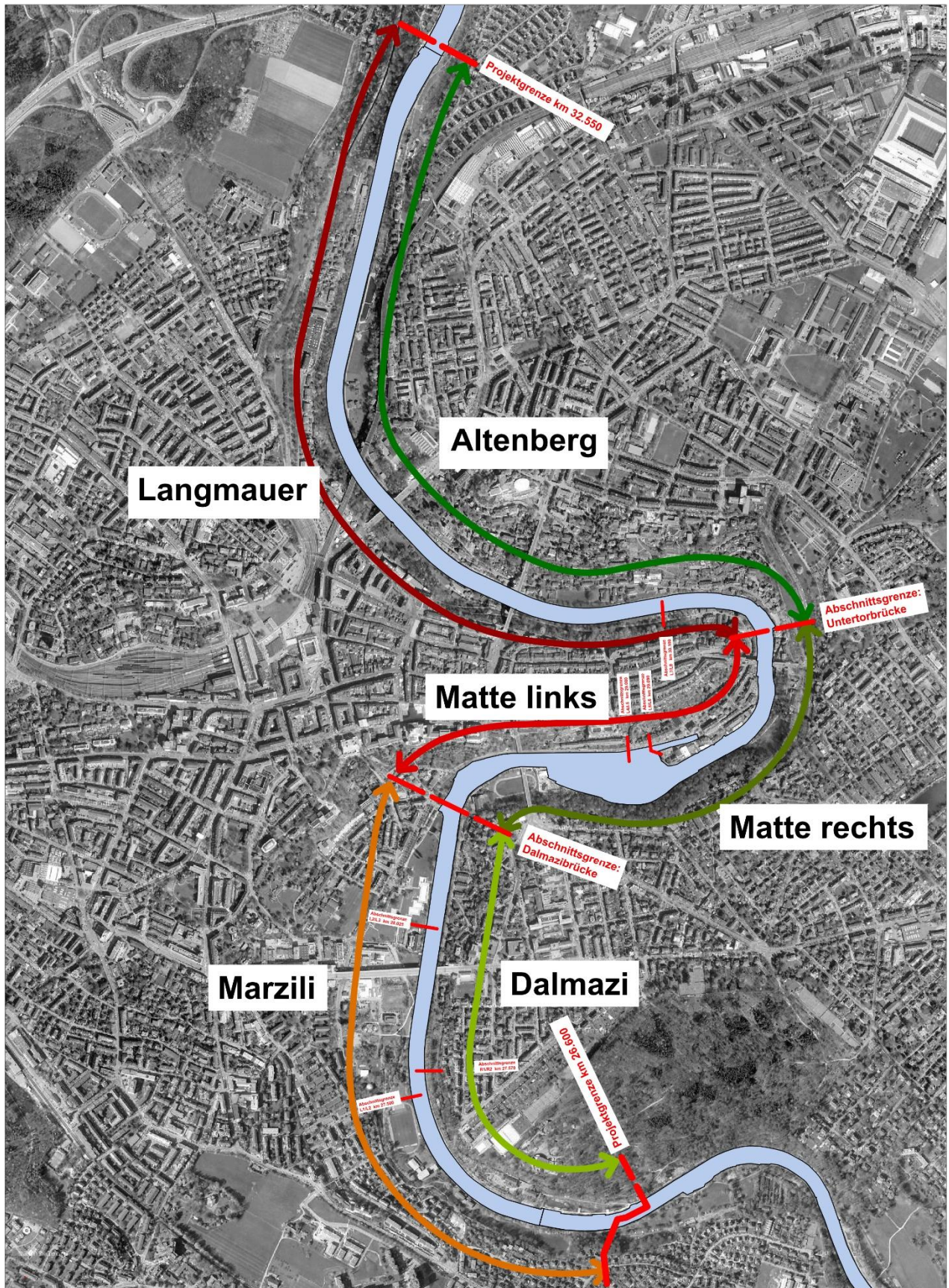


Abbildung 1: Übersicht Projektperimeter (ohne Massstab).

1.5.2 Drittpljekte

Die nachfolgenden Projekte sind nicht Bestandteil des vorliegenden Wasserbauplans:

- Genereller Entwässerungsplan GEP
- Kiesentnahmen im Schwellenmätteli
- Neue Überbauung Gaswerkareal / Testplanung Gaswerkareal
- Sanierung der Stege (Schönau- und Tychsteg)
- Uferweg Schwellenmätteli – Bärenpark
- Neugestaltung Bueber im Marzilibad
- Umgestaltung Aarstrasse: Rückmeldungen zur Umgestaltung Aarstrasse werden im Rahmen des Baugesuches entgegengenommen. Das Baugesuch wird gleichzeitig mit dem Wasserbauplan Hochwasserschutz Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare, öffentlich aufgelegt.
- Sanierung Marzilibad
- Sanierung Lorrainebad
- Diverse Tierpark-Projekte

In der Zwischenzeit wurden die folgenden Projekte abgeschlossen:

- Ausbau Dalmazibach
- Schutzmassnahmen beim Dählhölzli
- BärenPark

1.6 Projektorganisation

1.6.1 Gesamtprojekt

Die Organisation des Gesamtprojektes ist in Abbildung 2 dargestellt.

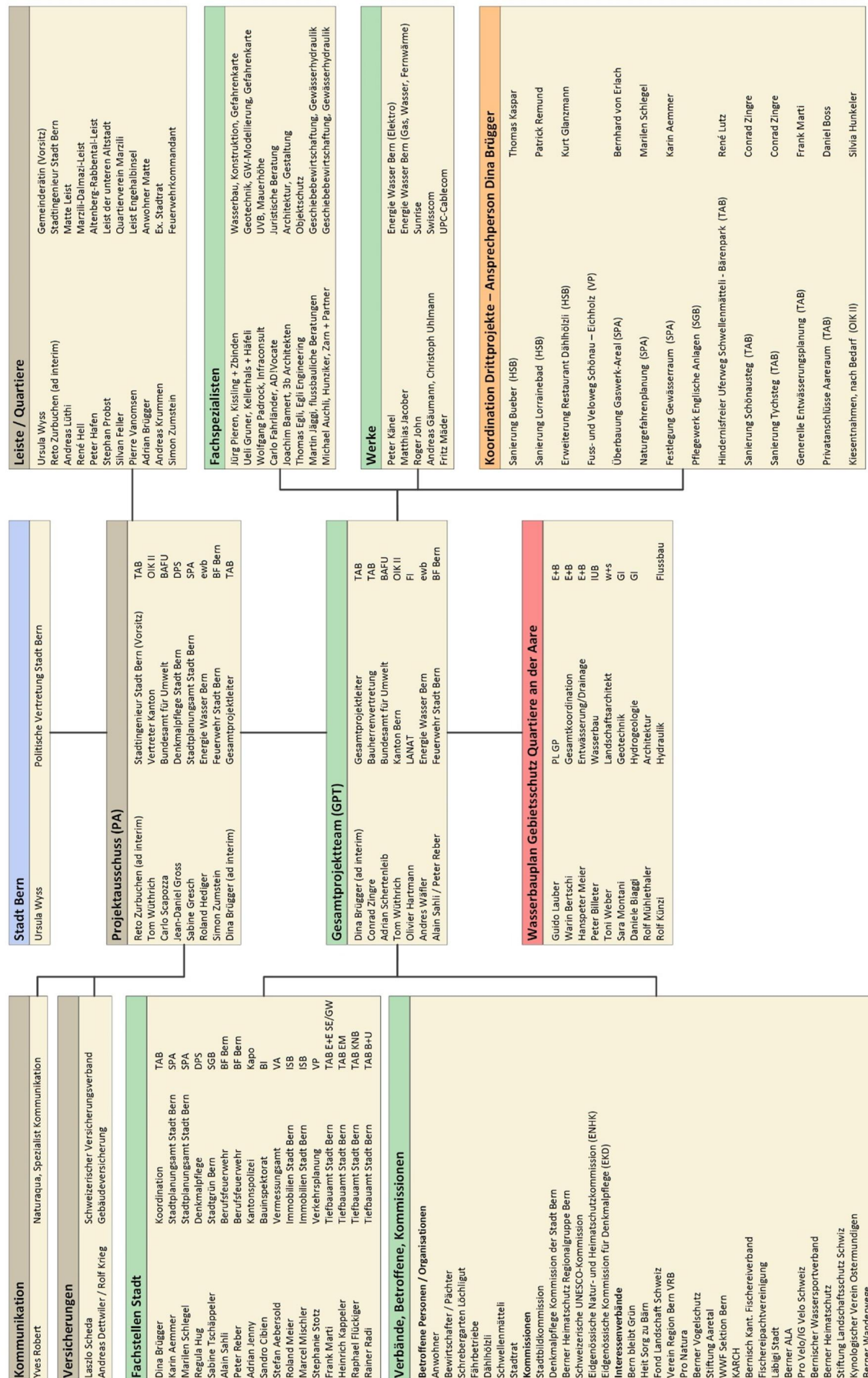


Abbildung 2: Organigramm Gesamtprojekt, Phase Erarbeitung Wasserbauplan.

1.6.2 Generalplanerteam HWS Aarebogen

Das Team setzt sich aus fünf Architektur-, Landschaftsarchitektur- und Ingenieurbüros sowie zwei Unterakkordanten zusammen:

Generalplanerteam HWS Aarebogen

- Rolf Mühlethaler Architekt BSA SIA, Bern (RM)
- w+s Landschaftsarchitekten AG, Solothurn (w+s)
- Emch+Berger AG Bern (E+B)
- Flussbau AG SAH, Bern (SAH)
- IUB Engineering AG, Bern (IUB)

Unterakkordanten

- Geotechnisches Institut AG, Bern (GI)
- Kissling + Zbinden AG (für 2D-Modellierungen Tych)

Die Aufteilung im Projektteam sowie die Leistungen und Verantwortlichkeiten können dem Organigramm (Abbildung 3) entnommen werden.

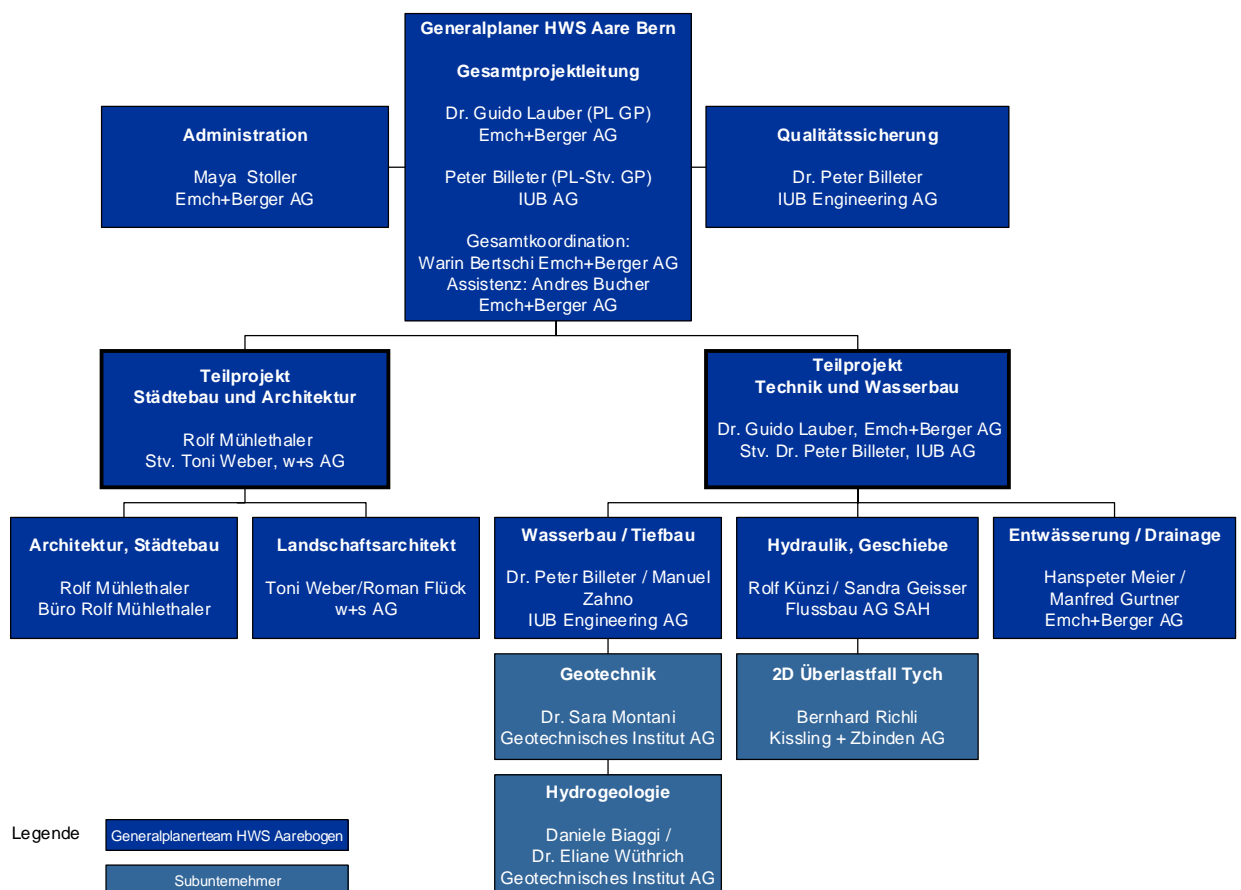


Abbildung 3: Organigramm Generalplanerteam HWS Aarebogen.

Für die Phase Wasserbauplan zeichnen sich Herr Dr. Guido Lauber als Gesamtleiter und Herr Dr. Peter Billeter als Stellvertreter verantwortlich.

1.6.3 Adressen Projektteam

Die Postadresse des Generalplanerteams lautet:

Generalplanerteam HWS Aarebogen
p. A. Emch+Berger AG Bern
Niederlassung Spiez
Seestrasse 7
3700 Spiez

Adressen der Teammitglieder

Generalplanerteam HWS Aarebogen

Rolf Mühlethaler Architekt BSA SIA
Altenbergstrasse 42a
3013 Bern
Tel. 031 330 42 20
Fax 031 330 42 22

w+s Landschaftsarchitekten AG
Untere Steingrubenstr. 19
4500 Solothurn
Tel. 032 622 36 67
Fax 032 622 37 70

Emch+Berger AG Bern, NL Spiez
Seestrasse 7
3700 Spiez
Tel. 033 650 75 75
Fax 033 650 75 70

IUB Engineering AG
Belpstrasse 48
3000 Bern 14
Tel. 031 357 11 11
Fax 031 357 11 12

Flussbau AG ^{SAH}
Schwarztorstr. 7
3007 Bern
Tel. 031 370 05 80

Unterakkordanten

Geotechnisches Institut AG
Bümplizstrasse 15
3027 Bern
Tel. 031 389 34 11
Fax 031 381 31 15

Kissling + Zbinden AG Bern
Brunnhofweg 37
3000 Bern 14
Tel. 031 370 11 70
Fax 031 370 11 71

1.7 Partizipation und Mitwirkung

1.7.1 Organisation

Der Planungsprozess wurde über die gesamte Projektierungszeit von einem Leitungsteam mit Vertretern vom Tiefbauamt der Stadt Bern (TAB), Tiefbauamt Kanton Bern / Oberingenieurkreis II (OIK II), Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT) Kanton Bern, Bundesamt für Umwelt BAFU, Berufsfeuerwehr Stadt Bern, Energie Wasser Bern (ewb), externen Fachexperten, der Gesamtprojektleitung und vom Generalplanerteam HWS Aarebogen begleitet. In drei- bis vierwöchentlichen Sitzungen wurde der aktuelle Planungsstand präsentiert und diskutiert. Sämtliche Sitzungen wurden protokolliert. Das gilt auch für die unten beschriebenen partizipativen Veranstaltungen.

1.7.2 Akteuranalyse

Das vorliegende Projekt betrifft eine Vielzahl von Akteuren, welche im Folgenden zusammengefasst werden, Detailangaben können Abbildung 2 entnommen werden:

- Stadt Bern / Fachstellen der Stadt
- Betroffene Privatpersonen und Organisationen
- Kommissionen und Interessenverbände
- Leiste / Quartiere

1.7.3 Partizipation und Information / Begehungen und Besprechungen

Während der Erarbeitung des Vorprojekts wurden in allen Phasen Informationsveranstaltungen und Workshops durchgeführt. Einerseits wurde über den Stand des Projekts informiert und andererseits den Beteiligten und Interessierten die Gelegenheit geboten, Fragen zu stellen und Anliegen einzubringen. Untenstehende Auflistung vermittelt einen Überblick über die zahlreichen Veranstaltungen.

Regelmässige Sitzungen Fachstellen Stadt Bern

Teilnehmer: Bauinspektorat der Stadt Bern, Berufsfeuerwehr der Stadt Bern, Denkmalpflege der Stadt Bern, Kantonspolizei, Liegenschaftsverwaltung der Stadt Bern / Immobilien Stadt Bern, Stadtbauten Bern / Immobilien Stadt Bern, Stadtgrün Stadt Bern, Stadtplanungsamt Stadt Bern, Verkehrsplanung Stadt Bern, Vermessungsamt der Stadt Bern

Projektbesprechungen mit Leistvertretern

30. Mai 2017: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herren S. Fankhauser, M. Giezendanner, A. Lüthi (Matteleist), Herren P. Hafen, Hans-Jürg Klopstein (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr S. Feller (Quartierverein Marzili), Herr J. Krähenbühl (Quartiervertretung Stadtteil 4, Frau C. Luder (Quartiermitwirkung Stadtteil 3, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist), Herr P. Vanomsen (Engelhalbinsel Leist), - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

21. Oktober 2014: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Feller (Quartierverein Marzili) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

1. April 2014: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr

A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Feller (Quartierverein Marzili) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

16. Dezember 2013: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist), Herr S. Feller (Quartierverein Marzili) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

2. Juli 2013: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist), Herr S. Feller (Quartierverein Marzili), Herr P. Vanomsen (Engelhalbinsel) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

9. November 2012: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Frau A. Flury (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

17. Mai 2011: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engelhalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Frau C. Pfluger (Quartierverein Marzili), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion, Gefahrenkarte

16. November 2010: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engelhalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion, Gefahrenkarte

25. Mai 2010: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engelhalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Lüthi (delegierter Matte Leist), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Nachhaltige Variante, Projektvorstellung und Diskussion, Gefahrenkarte

3. November 2009: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engelhalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion, Gefahrenkarte

5. Mai 2009: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engelhalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

27. August 2009: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Gast: Herr B. Schudel (WWA), Teilnehmer: Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Testphase Entlastungsstollen Thun, Nachhaltige Variante, Projektvorstellung und Diskussion, Gefahrenkarte

5. Februar 2009: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Enge-halbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr S. Gubler (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion

4. November 2008: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Enge-halbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr S. Gubler (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen - Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion, provisorischer Hochwasserschutz Tych, Gefahrenkarte

19. August 2008: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engenthalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr S. Gubler (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili) - Traktanden: Objektschutz Quartiere an der Aare, Stollen Dalmazi-Seftau, provisorischer Hochwasserschutz Tych, Gefahrenkarte

12. Juni 2008: Projektbesprechung mit Leistvertretern – Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Leist Engenthalbinsel), Herr A. Brügger (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr S. Probst (Leist der unteren Altstadt) – Traktanden: Projektvorstellung und Diskussion, Zusammenfassung der kritischen Punkte, Vorgehenskonzept Eigentümergespräche

22. Mai 2008: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engenthalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Projekt Quartiere an der Aare, provisorischer Hochwasserschutz Tych, Gefahrenkarte, Kiesentnahme Schwellenmätteli

28. Februar 2008: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Enge-halbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Partizipativer Prozess Quartiere an der Aare, provisorischer Hochwasserschutz Tych, Gefahrenkarte, Kiesentnahme Schwellenmätteli

14. Dezember 2007: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Engenthalbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr S. Gubler (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen, Herr S. Probst (Unterer Altstadt Leist) - Traktanden: Partizipativer Prozess Quartiere an der Aare, Provisorischer Hochwasserschutz Tych, Gefahrenkarte, Kiesentnahme Schwellenmätteli

24. Oktober 2007: Projektbesprechung mit Leistvertretern - Teilnehmer: Herr E. Aeschbacher (Enge-halbinsel), Herr A. Brügger, (Matte), Herr S. Gubler (Matte-Leist), Herr P. Hafen (Altenberg-Rabbental-Leist), Herr R. Hell (Dalmazi / Marzili), Herr A. Krummen - Traktanden: Partizipativer Prozess Quartiere an der Aare, Holzleiteinrichtung Tych, Gefahrenkarte, Kiesentnahme Schwellenmätteli

Projektbesprechungen mit ENHK / EKD (Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission / Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege)

15. Februar 2017: Städtebauliche Verträglichkeit Hochwasserschutz Aare Bern - Teilnehmer: Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission, Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, Traktanden: Begehung mit Bereinigung der Materialisierung der Ufermauern

18. August 2014: Städtebauliche Verträglichkeit Hochwasserschutz Aare Bern - Teilnehmer: Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission, Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, Traktanden: Vorstellen Gebietsschutz Quartiere an der Aare

15. November 2013: Städtebauliche Verträglichkeit Hochwasserschutz Aare Bern - Teilnehmer: Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission, Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, Traktanden: Vorstellen Gebietsschutz Quartiere an der Aare (Blick in die Werkstatt)

27. August 2009: Städtebauliche Verträglichkeit Hochwasserschutz Aare Bern - Teilnehmer: Eidgenössische Natur- und Heimatschutzkommission, Eidgenössische Kommission für Denkmalpflege, Traktanden: Vorstellen Objektschutz Quartiere an der Aare

18. August 2008: Städtebauliche Verträglichkeit Hochwasserschutz Aare Bern – Teilnehmer: Eidg. Natur- und Heimatschutzkommission, Bundesamt für Kultur, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kt. Bern, Denkmalpflege Stadt Bern

13. November 2008: Begehung Projekte Objektschutz und Stollen: Teilnehmer: Eidg. Natur- und Heimatschutzkommission, Eidg. Kommission für Denkmalpflege, Bundesamt für Kultur, Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kt. Bern, Traktanden: Verfahren Auswahl Planerteam, Vorstellung Objektschutz Quartiere an der Aare, Vorstellung Stollen Dalmazi-Seftau, Begehung vor Ort

Projektbesprechung mit Versicherungen

5. Dezember 2017: Projektvorstellung Versicherungen - Teilnehmer: Herren A. Dettwiler, R. Krieg (Gebäudeversicherung Bern), Frau C. Brudermann (SVV), Traktanden: Vorstellen Gebietsschutz Quartiere an der Aare

14. August 2014: Projektvorstellung Versicherungen - Teilnehmer: Herr R. Krieg (Gebäudeversicherung Bern), Herr M. Künzeler (Die Mobiliar), Traktanden: Vorstellen Gebietsschutz Quartiere an der Aare

21. Januar 2014: Projektvorstellung Versicherungen - Teilnehmer: Herr A. Dettwiler (Gebäudeversicherung), Herr R. Krieg (Gebäudeversicherung Bern), Herr Scheda (Die Mobiliar), Herr M. Wüthrich (SSV), Traktanden: Vorstellen Gebietsschutz Quartiere an der Aare

Fachgebietssitzungen

24. September 2014: Arbeitssitzung Abdichtungsmassnahmen in der Matte - Teilnehmer: Herr J.-P. Clement (AWA), Traktanden: Auswertung Resultate, Konzept Abdichtung, Baumassnahmen, Drainagemassnahmen

17. Juli 2014: Arbeitssitzung Abdichtungsmassnahmen in der Matte - Teilnehmer: Herr J.-P. Clement (AWA), Traktanden: Vorstellen Resultate, Konzept Abdichtung, Baumassnahme

5. Juni 2014: Arbeitssitzung Abdichtungsmassnahmen in der Matte - Teilnehmer: Herr J.-P. Clement (AWA), Traktanden: Auswertungen Bohrungen, Konzept Abdichtung

30. April 2014: Arbeitssitzung Abdichtungsmassnahmen in der Matte - Teilnehmer: Herr J.-P. Clement (AWA), Traktanden: Hydro-geologische Übersicht, Konzept Abdichtung, Bewilligungsfähigkeit

Projektbesprechung mit Eigentümern

Mit mehreren Eigentümern fanden Besprechungen zum Hochwasserschutzprojekt statt.

Öffentlichkeit / Quartierbevölkerung

(Medienmitteilungen, Medienkonferenzen, Informationsveranstaltungen, Führungen)

8. Januar 2015: Informationsveranstaltung zur Mitwirkung für alle Interessierte

15. Dezember 2014 - 6. März 2015: öffentliche Auflage des Mitwirkungsprojekts „Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ mit Sprechstunden in den Quartieren Marzili, Dalmazi, Matte und Altenberg

11. Dezember 2014: Medienmitteilung „Gebietsschutz Quartiere an der Aare geht in die Mitwirkung“

03. März 2013: Medienmitteilung „Der Wasserbauplan kann ausgearbeitet werden“

19. September 2012: Medienmitteilung „Kredit für den Hochwasserschutz soll im März 2013 vors Volk“

24. April 2012: Informationsveranstaltung für die Anwohnerinnen und Anwohner der Quartiere Dalmazi, Marzili, Matte und Altenberg, Aktueller Stand – weiteres Vorgehen

24. Januar 2012: Medienmitteilung „Gemeinderat will Gebietsschutz für die Quartiere an der Aare“

24. Januar 2012: Medienkonferenz „Reduzierter Hochwasserschutz / „Nachhaltige Variante“: Abklärungen – Ergebnisse – weiteres Vorgehen

22. Juni 2010: Medienmitteilung „Informationen zum Thema Hochwasserschutz“. Internetauftritt auf www.hochwasserschutzbern.ch

11. November 2009: Medienmitteilung „Projektstudie für die dritte Variante“

9.-13. September 2009 Basecamp09: Rundgang Hochwasser-Prävention, Rundgang Kanalisationsnetz

23. Februar 2009: Medienmitteilung „Hochwasserschutz Aare Bern: Gemeinderat entscheidet sich für Objektschutz-Variante“

23. Februar 2009: Medienkonferenz „Hochwasserschutz Aare Bern: Variantenentscheid“

07. Januar – 29. Januar 2009: Führungen durch die Projektausstellung HWS

11. Dezember 2008 - 31. Januar 2009: öffentliche Projektausstellung im Forum Altenberg

21. Juli 2008: Medienmitteilung „Provisorische Ufererhöhung oberhalb der Matteschwelle ist installiert“

17. April 2008: Medienmitteilung „Provisorischer Hochwasserschutz Tych: Arbeiten können beginnen“

18. Januar 2008: Medienmitteilung „Provisorische Ufererhöhung oberhalb der Matteschwelle“

15. Januar 2008: Medienmitteilung „Hochwasserschutz Aare Bern: Informationsveranstaltungen“

21. Januar 2008: Informationsveranstaltung Dalmazi – Teilnehmer: Quartierbevölkerung

22. Januar 2008: Informationsveranstaltung Matte – Teilnehmer: Quartierbevölkerung

25. Januar 2008: Informationsveranstaltung Altenberg – Teilnehmer: Quartierbevölkerung

28. Januar 2008: Informationsveranstaltung Marzili – Teilnehmer: Quartierbevölkerung

14. Dezember 2007: Medienmitteilung „Modellversuche Matteschwelle: Ergebnisse liegen vor“
02. Juni 2007: Medienmitteilung „Weiterer Kredit für den langfristigen Hochwasserschutz
02. Juni 2006: Medienmitteilung „Langfristige Massnahmen – zwei Varianten werden weiterverfolgt“
02. Juni 2006: Medienkonferenz „Hochwasserschutz Aare Bern, langfristige Massnahmen“
18. Mai 2006: Medienmitteilung „Bauliche Massnahmen bringen punktuelle Verbesserungen“
18. Mai 2006: Medienkonferenz „Hochwasserschutz Aare Bern, kurz- und mittelfristige Massnahmen“
05. April 2006: Medienmitteilung „Gemeinderat beantragt Kredit für kurzfristige Hochwasserschutzmassnahmen“
01. September 2005: Medienmitteilung „Hochwasser: Gemeinderat stellt den Leisten in den betroffenen Gebieten 150'000 Franken zur Verfügung“
01. September 2005: Medienmitteilung „Aare Bern: Hochwasser 2005“
23. August 2005: Medienmitteilung „Hochwassersituation: Gemeinderat hat sich umfassend informiert und ist sehr betroffen von Ausmass der Schäden“
10. November 2004: Medienmitteilung „Hochwasserschutz-Massnahmen an der Aare: Dritte Etappe“
16. Februar 2000: Medienmitteilung „Hochwasserschutz-Massnahmen an der Aare (2. Etappe)
02. Januar 1999: Medienmitteilung „Jahrhundert-Hochwasser: 150'000 Franken für Sofortmassnahmen im Tiefbaubereich“
16. Mai 1999: Medienmitteilung „Hochwasser: Kredite für die Finanzierung von Einsatzkosten und die Vorbereitung von ersten Sanierungsarbeiten“

1.7.4 Mitwirkung

Die Mitwirkung ist Teil des Wasserbauplanverfahrens und gibt Gelegenheit zur Partizipation aller Beteiligten. Die städtische Behörde hat daher den Wasserbauplan „Gebietsschutz Quartiere an der Aare“ vom 15. Dezember 2014 bis am 6. März 2015 der Bevölkerung zur Mitwirkung vorgelegt. Begleitend zur Mitwirkung fanden mehrere Informationsveranstaltungen sowie öffentliche Sprechstunden in den Quartieren statt.

Im Rahmen der Mitwirkung konnten sich alle interessierten Personen und Organisationen in Form von schriftlichen Stellungnahmen zum vorgeschlagenen Projekt äussern. Insgesamt beteiligten sich 46 Personen oder Organisationen an der Mitwirkung. Eingegangen sind über 280 Hinweise und Anregungen. Diese Eingaben sowie die entsprechenden Antworten können dem Mitwirkungsbericht (Beilage C.5.1) entnommen werden. Wo angebracht sind diese Punkte in der weiteren Projektbearbeitung miteingeflossen oder werden in der weiteren Planung berücksichtigt.

1.8 Genehmigungsverfahren und Finanzierung

1.8.1 Genehmigungsverfahren / Ablauf / Termine

Das Projekt wird im Wasserbauplanverfahren genehmigt. Der generelle Verfahrensablauf ist in Abbildung 4 gezeigt. Unter der Voraussetzung, dass keine grossen Einsprachen das Projekt verzögern, wird grob mit folgendem Zeitplan gerechnet:

- Vorprüfung ab Mitte Februar 2016 (Dauer ca. 8 Monate)
- Projektbereinigung → Bauprojekt Stand Auflage
- Plan- resp. Projektauflage → 2018
- Einspracheverhandlungen → Projektbereinigung / definitives Bauprojekt
- Frühestmöglicher Baubeginn → 2020 / 2021

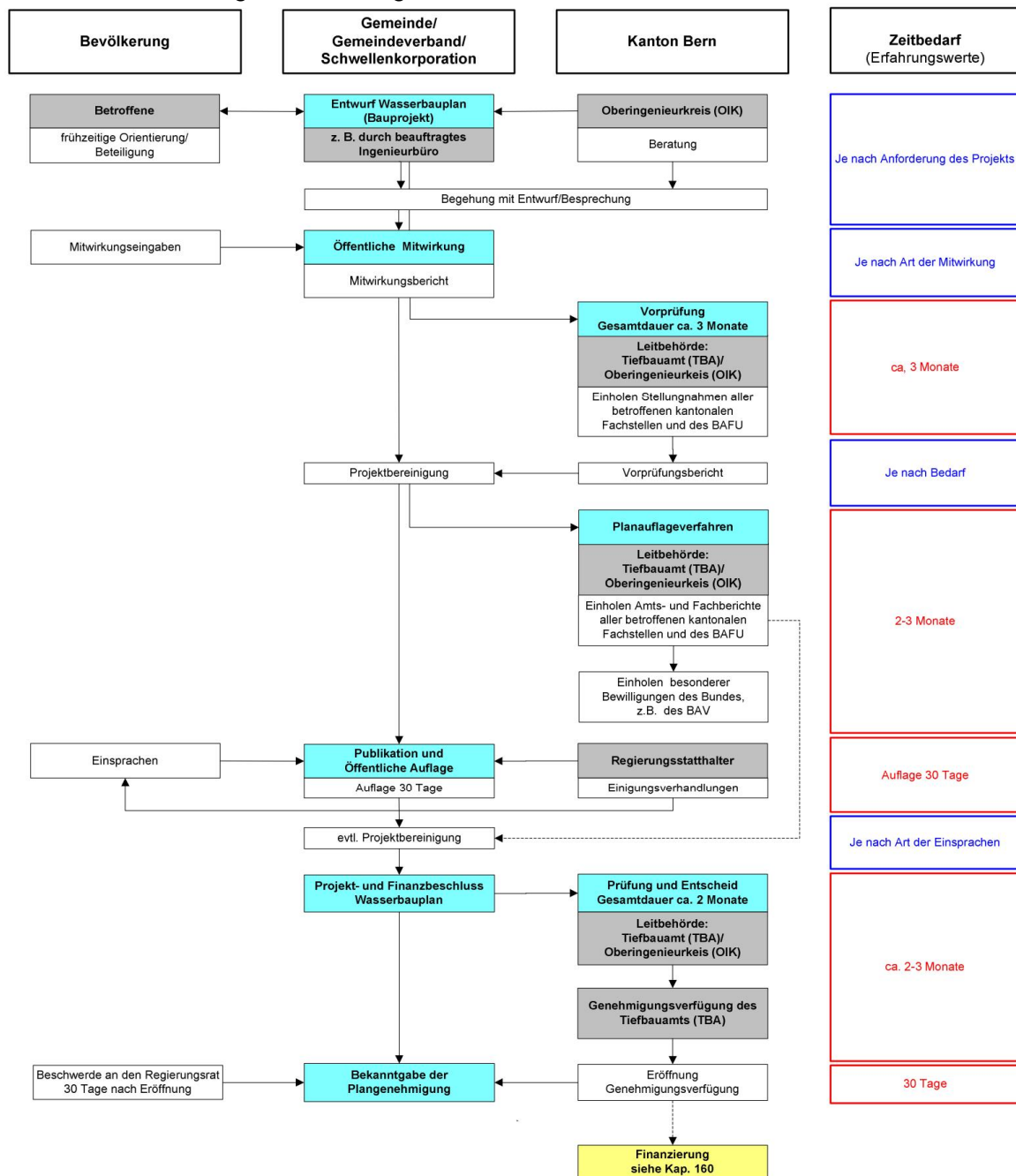


Abbildung 4: Ablauf Wasserbauplanverfahren (Art. 23-25 WBG [BSG 751.11]). Abbildung unverändert aus dem Fachordner Wasserbau des Kantons Bern [9] entnommen.

1.8.2 Finanzierung

Seitens Bund und Kanton sind Subventionsgelder zu erwarten. Die genaue Höhe der Subventionen wird in der späteren Projektphase bestimmt. Auf der Konzessionsstrecke Kraftwerk Matte und Kraftwerk Felsenau ist Energie Wasser Bern (ewb) gemäss Gesamtentscheid zu den Wasserkraftkonzessionen (Auszug aus dem Protokoll des Regierungsrates vom 08.12.2004 zum Kraftwerk Matte und vom 10.01.1996 zum Kraftwerk Felsenau) wasserbaupflichtig. Die Restkosten trägt die Stadt Bern. Allfällige Mehrwerte müssen i.d.R. durch die Betroffenen, z.B. Energie Wasser Bern oder Swisscom, selbst finanziert werden, wofür Kostenteiler ermittelt werden.

2 Ausgangslage / Ist-Zustand

2.1 Bestehende und künftige Nutzungen

Die baurechtliche Grundordnung regelt, wie und wo in der Stadt Bern gebaut werden darf und besteht aus einem Baureglement (Bauordnung) und einem Rahmennutzungsplan (Zonenplan). Die gemäss dem aktuellen Nutzungszonenplan definierten Nutzungen werden im nachfolgenden Kapitel abschnittsweise behandelt. Im Rahmen der in Kapitel 2.1.2 - 2.1.4 beschriebenen Planungsinstrumente werden die Ziele und Grundsätze der Raumentwicklung definiert, welche bei Planungen zu berücksichtigen sind.

2.1.1 Nutzungszonenplan

Nachfolgend werden die Nutzungszonen gemäss [27] in den einzelnen Abschnitten beschrieben. An das Ufer angrenzende Verkehrsanlagen (VER) werden nicht explizit genannt.

Im Abschnitt Marzili befinden sich entlang des Aareufers Zonen im öffentlichen Interesse (Freifläche A, B, C / FA, FB, FC sowie Schutzzone B / SZB), welche vorwiegend Teil einer Überbauungsordnung (UeO) sind. Der auf der Westseite der Sandrainstrasse angrenzende Bereich wird vorwiegend durch Wohnzone (W) sowie eine kleinere Dienstleistungszone (D), Gemischte Zone (WG) und Wald im Eichhölzli abgedeckt.

Im Abschnitt Matte befinden sich im Bereich Aarstrasse Zonen im öffentlichen Interesse (Schutzzone A / SZA), Wald sowie die Zone der unteren Altstadt (UA). Der im Westen an das Schwanenmätteli angrenzende Bereich wird durch eine Dienstleistungszone (D) und Wohnzone (W) abgedeckt. Die Bereiche Tych und Matte liegen in der Zone Untere Altstadt (UA) sowie Gewerbegebiet Matte / Zone mit Planungspflichten (ZPP).

Im Abschnitt Langmauer liegt im oberen Bereich die Zone der unteren Altstadt (UA), flussabwärts folgen Zonen im öffentlichen Interesse (Schutzzone A und B / SZA, ZSB) sowie Wald.

Im Abschnitt Dalmazi grenzen oberhalb der Einmündung des Dalmazibachs in die Aare Zonen im öffentlichen Interesse (Freifläche A, FA) an das Aareufer. Unterhalb der Einmündung des Dalmazibachs folgen entlang dem Ufer Wohnzonen (W) sowie unmittelbar im Norden an die Kirchenfeldbrücke anschliessend eine Gemischte Zone (WG).

Im Abschnitt Matte rechts liegen Zonen im öffentlichen Interesse (Freifläche A, B / FA, FB; Schutzzone A, B / SZA, SZB) sowie Wald. Für den ganzen Abschnitt besteht eine Überbauungsordnung (UeO).

Im Abschnitt Altenberg grenzt im oberen Bereich eine Wohnzone (W) an die Aare. Unterhalb folgen Zonen im öffentlichen Interesse (Schutzzone A, B / SZA, SZB; Freifläche A / FA) sowie Wald. Im Bereich der Eisenbahnbrücke befinden sich eine Industrie- und Gewerbezone (IG) sowie eine Wohnzone (W). Entlang des Ufers besteht für alle Bereiche eine Überbauungsordnung (UeO).

2.1.2 Kantonales See- und Flussumfergesetz / Raumplanungsgesetz

Im Rahmen des kantonalen See- und Flussumfergesetzes (SFG) wird die See- und Flussumferplanung entlang dem Aarelauf und den Ufern der grossen Berner Seen festgeschrieben. Dabei sollen die Ufergebiete der öffentlichen Gewässer auf sinnvolle Art und Weise der Allgemeinheit zugänglich gemacht werden. Andererseits sollen wertvolle Uferlandschaften erhalten, wiederhergestellt und vor unerwünschten Eingriffen geschützt werden [12].

Im Raumplanungsgesetz (RPG) werden im Artikel 3 die Planungsgrundsätze geregelt. Die Landschaft ist zu schonen und insbesondere sollen sich Siedlungen, Bauten und Anlagen in die Landschaft einpassen und See- und Flussumfer freigehalten werden. Öffentlicher Zugang und Begehung sollen erleichtert werden sowie naturnahe Landschaften und Erholungsräume erhalten bleiben. Die Siedlungen sind nach den Bedürfnissen der Bevölkerung zu gestalten und in ihrer Ausdehnung zu begrenzen.

2.1.3 Regionaler Richtplan Aareschlaufen

Der Regionale Richtplan (2010, [19]) sieht vor, dass die Gemeinden Bern, Bremgarten, Ittigen, Kirchlindach, Köniz und Zollikofen die Berner Aareschlaufen nach gemeinsamen Kriterien und Richtlinien zu einer erlebnisreichen Flusslandschaft gestalten, in welcher sich wertvolle Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie wertvolle Bereiche für die Erholung der Einwohnerinnen und Einwohner optimal ergänzen. Schutz und Nutzung werden durch gezielte Massnahmen aufeinander abgestimmt.

Das Nutzungs- und Gestaltungskonzept besteht aus vier Teilkonzepten und soll Grundlagen für eine koordinierte Besucherlenkung schaffen. Die vier Teilkonzepte umfassen die Bereiche 1.) Erschliessung / Infrastruktur, 2.) Ökologie / Naturräume, 3.) Inwertsetzung, 4.) Grundsätze der Gestaltung.

Zwischen den vorgesehenen Massnahmen des HWS Bern und dem regionalen Richtplan "Aareschlaufen" gibt es keine Widersprüche. Eine Koordination mit der Regionalkonferenz findet statt.

2.1.4 Aareraum Planung

Im Rahmen der Aareraum Planung der Stadt Bern wurden das räumliche Erscheinungsbild im Uferbereich bewertet, Nutzungen analysiert, ein Leitbild erarbeitet und Handlungsfelder eruiert. Die Aareraum Planung ist im Bericht [24] (2008) detailliert beschrieben und wird in [25] wie folgt zusammengefasst:

Der Aareraum ist ein Landschafts- und Siedlungsraum von sehr grossem Wert und wird mit zunehmender Urbanisierung und Verdichtung noch an Bedeutung gewinnen. Um den Nutzungsdruck, der durch die verstärkte Urbanisierung und den Anstieg der Freizeitaktivitäten entsteht, aufzufangen sowie die bestehenden Qualitäten für zukünftige Generationen zu erhalten und weiter zu entwickeln, wurde die Aareraum Planung erarbeitet.

Die Planung macht Aussagen zur zukünftigen Entwicklung des Aareraums in der Stadt Bern. Themen sind die Neugestaltung und Aufwertung öffentlicher Freiräume, die Ergänzung und Aufwertung des Uferwegenetzes, die Öffnung zugewachsener Sichtbeziehungen.

gen, ökologische Aufwertungen sowie die Möglichkeiten und Risiken zu baulicher Verdichtung. Zudem ist der Aareraum oft von Naturgefahren (zum Beispiel Überschwemmungen) betroffen. Bauliche Entwicklungen im Aareraum sind daher sorgfältig zu prüfen und Interessen verantwortungsvoll gegeneinander abzuwägen.

Der Aareraum ist eine durchgehende Parklandschaft vom Flusslauf bis zur Hangkante. Wichtige Sichtbeziehungen und Ausblicke auf die Stadtsilhouette und den Landschaftsraum sind gewährleistet. Ein durchgehendes attraktives Wegenetz verbindet die verschiedenen Ebenen und Freizeitanlagen. Bauliche Eingriffe in den Stadt- und Landschaftsraum erfolgen auf der Basis einer integralen Betrachtungsweise. Das Aaretal ist ein wichtiger Lebensraum und ökologischer Vernetzungskorridor für Flora und Fauna.

Der Gemeinderat hat die Planung am 27. Mai 2009 als verbindliche Grundlage für zukünftige Projekte im Aareraum genehmigt. Im Rahmen des Hochwasserschutzes sind daher diese Aspekte zu berücksichtigen und wenn nötig sorgfältig gegeneinander abzuwägen.

2.2 Frühere Projekte / bestehende Schutzbauten

Im Rahmen der Aarekorrektur 1914 wurde die Aare auf eine Bemessungswassermenge von 400 m³/s ausgelegt. Kleine Überschreitungen in den letzten 100 Jahren (bis 1998) führten in der Regel zu örtlich begrenzten Überschwemmungen. Die Uferbereiche wurden regelmässig unterhalten und ggf. saniert. In den letzten 15 Jahren wurde die Bemessungswassermenge von 400 m³/s mehrmals deutlich überschritten (vgl. Kapitel 2.3.2).

Seit dem Hochwasser 1999 wurden im Projektperimeter zahlreiche Massnahmen realisiert und werden im Folgenden zusammengefasst:

- Schadenaufnahmen, Räumungsarbeiten und Sofortmassnahmen nach Hochwasserereignissen
- Zusätzliche provisorische Hochwasserschutzmassnahmen (zuerst Sandsäcke / Holzkonstruktionen, dann Beaver- und Dammbalkensysteme).
- Unterhalt der Ufer sowie Sanierungsmassnahmen an diversen Stellen
- Anpassungen Siedlungsentwässerung
- Hochwassermessstellen, Grundwassermonitoring mit -kontrollmessnetz
- Schutzmassnahmen Tierpark Dählhölzli
- Renaturierung / Ausbau Dalmazibach
- Notentlastung Schwelle
- Verstärkung der Interventionsplätze zur Schwemmholzbekämpfung in der Matte
- Provisorischer Hochwasserschutz Tych
- Kiesentnahmen Schwellenmätteli
- Holzsperrre im Mattebach gegen Aarerückstau

2.3 Einzugsgebiet, historische Ereignisse und Szenarien

2.3.1 Einzugsgebiet

Die Aare in Bern entwässert ein Einzugsgebiet von 2'945 km², wobei rund 8 % vergletschert sind (Station Bern Schönau, LH 2135). Die Zuflüsse aus der Hasliaare, der Lutschine, der Kander und der Simme werden durch Thuner- und Brienzersee gedämpft. Der Thunersee kann seit dem 18. Jahrhundert reguliert werden. Die Seeregulierung wurde seither laufend verbessert und mit der Inbetriebnahme des Hochwasserschutzstollens in

Thun 2009 bieten sich neue Möglichkeiten. Der Abfluss der Aare in Bern wird massgeblich durch diese Regulierung beeinflusst. Die grössten Zuflüsse unterhalb des Thunersees sind Zulg, Rotache, Chise und Gürbe. Die Wassermassen aus diesen Einzugsgebieten gelangen direkt in die Aare und werden lediglich durch die Entfernung auf ihrem Weg nach Bern gedämpft.

2.3.2 Historische Ereignisse

Die Ereignisdokumentation reicht zurück bis ins Jahr 1912. Frühere Ereignisse konnten nicht in den Ereigniskataster aufgenommen werden, da sie ungenügend dokumentiert wurden. Es ist zu beachten, dass sich die Verhältnisse in früheren Zeiten stark von der heutigen Situation unterscheiden (z. B. Kanderdurchstich, Seeregulierung, Flusskorrekturen, etc.) und daher allfällig dokumentierte Ereignisse nur beschränkt aussagekräftig und wenig hilfreich für die Beurteilung der heutigen Gefahrensituation sind. In jüngster Zeit haben Hochwasserereignisse in der Aare zugenommen und der Dimensionierungsabfluss von 400 m³/s, welcher dem Korrektionsprojekt von 1914 zugrunde lag, wurde in den letzten zwanzig Jahren elfmal und seit 2011 jedes Jahr überschritten, was auch auf die Inbetriebnahme des Hochwasserschutzstollens Thun zurückzuführen ist. Die bisher grössten Hochwasser in der Aare sind diejenigen von 1999 und 2005 mit Abflussspitzen von jeweils über 600 m³/s. Schneeschmelze in Kombination mit Niederschlagsereignissen war der Auslöser für das Hochwasser vom Mai 1999, grossflächige und langandauernde Niederschläge führten zum Hochwasserereignis von 2005.

2.3.3 Hochwasserszenarien / Geschiebe

In der Teilrevision der Gefahrenkarte der Stadt Bern (Teilrevision NGK Stadt Bern [21]) wurden für den Aare-Abschnitt von der Elfenau (Gemeindegrenze) bis Worblaufen die Szenarien gemäss Tabelle 2 definiert.

Tabelle 2: Hochwasserszenarien gemäss der Teilrevision NGK Stadt Bern [21].

Szenario	Beschrieb	Abflussspitze
HQ ₃₀	Häufiges Ereignis	490 m ³ /s
HQ ₁₀₀	Seltenes Ereignis	600 m ³ /s
HQ ₃₀₀	Sehr seltenes Ereignis	660 m ³ /s
EHQ	Extremereignis	700 m ³ /s

Gemäss der Gefahrenkarte [21] sind die während des Hochwassers ablaufenden Geschiebeprozesse für die Aare von untergeordneter Bedeutung. Jedoch kann eine kontinuierliche Auflandung – ohne oder nur mit ungenügender Kiesentnahme im Schwellenmätteli – im Bereich des Mattequartiers die auftretenden Hochwasserspiegel beeinflussen. Geschiebeszenarien wurden im Rahmen der Erarbeitung der Gefahrenkarte keine definiert.

Der Geschiebeeintrag der Aare im Bereich der Gürbemündung wurde im Rahmen der Projekterarbeitung untersucht und konnte anhand von Sohlenveränderungen respektive der daraus konstruierten Frachtendiagramme unter Berücksichtigung eines Abriebs sowie Baggerungen quantifiziert werden. Die durchschnittlichen Jahresfrachten liegen im Bereich von 10'000 bis 16'000 m³. Der Geschiebeeintrag ist massgeblich durch Hochwasserereignisse geprägt, welche im Vergleich zu durchschnittlichen Jahren ohne Hochwasser ein Vielfaches an Geschiebe in den Projektperimeter eintragen.

2.4 Gefahrenkarte vor Massnahmen / Schwachstellen

Die Ingenieur- und Geologengemeinschaft Kissling+Zbinden AG / Kellerhals+Haefeli AG hat 2008 die Gefahrenkarte für den Aareraum der Stadt Bern erarbeitet [21]. Im Jahr 2016 wurde unter anderem für die Aare eine Teilrevision durchgeführt [22]. Die Hochwasserszenarien sind in Tabelle 2 zusammengestellt. In den Gebieten Marzili und Matte wurden die Intensitäten mittels zweidimensionaler Überflutungsmodellierung berechnet. Die Verklauungs- respektive Absturzscenarien der Brücken und Stege über die Aare wurden für die Teilrevision unter Berücksichtigung der neu ermittelten Wasserspiegellagen und verbleibender Freiborde neu beurteilt. Die Annahmen bezüglich Brückenabsturz sowie die Auswirkungen bezüglich Rückstau werden analog der Gefahrenkarte Aareraum (2008 [21]) entsprechend der Risikoanalyse (2008 [23]) übernommen, welche im Vorfeld zur Erarbeitung der Naturgefahrenkarte Aareraum 2008 erarbeitet wurde. Die wichtigsten Ergebnisse für die Brücken und Stege im Projektperimeter können folgendermassen zusammengefasst werden [22]:

Tabelle 3: Verklauungs- und Absturzscenarien von Brücken und Stegen über die Aare gemäss Teilrevision Gefahrenkarte 2016 [22].

Brücke	Szenario	Verklauung	Brückenabsturz
Schönausteg	HQ ₃₀	keine Verklauung	nein
	HQ ₁₀₀	Teilverklauung links 10 m	nein
	HQ ₃₀₀	Teilverklauung links 15 m	möglich
	EHQ	Teilverklauung links 15 m	möglich
Dalmazibrücke	HQ ₃₀	keine Verklauung	nein
	HQ ₁₀₀	2/3 Feld links	nein
	HQ ₃₀₀	Totalverklauung Feld links	nein
	EHQ	Totalverklauung Feld links	nein
Untertorbrücke	HQ ₃₀	keine Verklauung	nein
	HQ ₁₀₀	keine Verklauung	nein
	HQ ₃₀₀	keine Verklauung	nein
	EHQ	Totalverklauung Feld rechts	nein
Altenbergsteg	HQ ₃₀	keine Verklauung	nein
	HQ ₁₀₀	Teilverklauung links 10 m	möglich
	HQ ₃₀₀	Teilverklauung links 15 m	möglich
	EHQ	Teilverklauung links 15 m	möglich

Für weitere Details bezüglich Schwachstellenanalyse und Gefahrenbeurteilung verweisen wir auf die Intensitäts- und Gefahrenkarten sowie den dazugehörigen Technischen Bericht [22].

2.5 Hydraulik und Geschiebe

2.5.1 Hydraulische Modellierung

Zur Bestimmung der Wasserspiegellagen und Energielinien für den Ist- sowie den Projektzustand wurde ein eindimensionales Abfluss- und Geschiebetransportmodell mit dem Simulationsprogramm MORMO erstellt. Das Modell konnte anhand von Solenveränderungen und Hochwasserspuren geeicht werden (vgl. Kapitel 2.5.3). Zudem konnte man damit das Verhalten von Aaresohle und Wasserspiegel während der Eichperiode, insbesondere in der Matte, rekonstruieren. Mittels Sensitivitätsrechnungen wurde der Einfluss unterschiedlicher Parameter analysiert und quantifiziert.

Nach dem Hochwasser vom Mai 2015 wurde das Modell anhand von Spuren und Fotos zusätzlich überprüft (vgl. Kapitel 2.5.4). Für weitere Informationen zu den Modellrechnungen wird auf den Fachbericht Hydraulik und Geschiebe (Beilage C.4.2) verwiesen.

2.5.2 Kurzbeschreibung des hydraulischen Modells

Die Geometrie wird im Simulationsprogramm MORMO durch Querprofile beschrieben. Für jeden Zeitschritt einer Abflussganglinie werden in jedem Querschnitt die hydraulischen Parameter und die Parameter für den Sedimenttransport, namentlich die Transportkapazität, mit einer Staukurve berechnet. Anschliessend wird in jedem Querprofil die Transportkapazität mit dem Geschiebeeintrag vom flussaufwärts liegenden Querprofil verglichen und die Differenz entweder erodiert oder abgelagert. Dadurch können zeitliche Veränderungen der Sohlenlage in der Modellierung berücksichtigt werden. Zudem wird der Einfluss der Deckschicht berücksichtigt (4-Kornmodell). Im nächsten Zeitschritt wird das Vorgehen mit einem anderen Abfluss und mit der veränderten Sohlenlage wiederholt.

2.5.3 Eichung

Das Modell mit dynamischer Sohle wurde an der Periode 1985 bis 2011 geeicht. Ziel der Eichung ist die Rekonstruktion der Sohlenveränderungen und Geschiebefrachten zwischen der Gürbemündung und dem Wehr Engehalde für die Perioden 1985 bis 2000, 2000 bis 2005 und 2005 bis 2010 sowie die Abbildung der gemessenen Wasserstände der Hochwasser von 2004 und 2005.

Mit dem geeichten Aaremodell können die Wasserspiegellagen der Hochwasser 2004 und 2005 mit einer zufriedenstellenden Genauigkeit abgebildet werden (Standardabweichung Ereignis 2004: 17 cm, resp. Ereignis 2005: 14 cm). Die Eichung der Sohlenveränderungen und Geschiebefrachten auf dem Projektperimeter kann als gut bezeichnet werden. Es zeigt sich, dass der Transport im Schwellenmätteli, insbesondere in Phasen mit intensiven Kiesentnahmen, schwierig zu simulieren ist. Das Transportverhalten im Schwellenmätteli wird dann durch die mehrdimensionale Strömung und die variablen Abflussverhältnisse in Abhängigkeit des Durchflusses durch die verschiedenen Wehröffnungen sowie die Entnahmen beeinflusst.

2.5.4 Überprüfung Modell anhand des Hochwassers vom Mai 2015

Ein Vergleich der mit dem Simulationsprogramm berechneten Wasserspiegellagen mit den vier vom BAFU aufgenommenen Hochwasserspuren innerhalb des Projektperimeters zeigt, dass die Wasserspiegel mit einer Genauigkeit von 5 bis 12 cm abgebildet werden

können. Weitere qualitative Vergleiche anhand von Fotos, welche während des Ereignisses aufgenommen wurden, bestätigen die Qualität des Modells. Die Genauigkeit dieser qualitativen Beurteilung liegt im Dezimeterbereich (vgl. Dokumentation im Anhang des Fachberichts Hydraulik und Geschiebe).

2.5.5 Kapazität Ist-Zustand

Die Schadengrenze der Aare in Bern liegt heute bei rund 420 m³/s. Bei höheren Abflüssen muss hauptsächlich in den Bereichen Dählhölzli, Marzilbad, Matte und Altenberg mit Wasserausbrüchen gerechnet werden.

2.5.6 Geschiebehaushalt

Aus der Geschiebehaushaltstudie der Aare zwischen Thun und Bern [18] geht hervor, dass sich die Aare zwischen Uttigen und Bern langsam aber stetig eintieft. Es hat sich über Jahre eine Deckschicht gebildet, welche heute relativ stabil ist und nur bei hohen Abflussspitzen aufgerissen wird. In der Geschiebehaushaltsstudie [18] wurde festgehalten, dass während Normaljahren etwa die Hälfte des transportierten Geschiebes aus dem Eintrag durch die Zuflüsse (hauptsächlich Zulg und Rotache) stammt und 1999 praktisch alles Geschiebe durch Sohlenerosion mobilisiert wurde.

Mit Hilfe des Abfluss- und Geschiebetransportmodells (vgl. Kap 2.5.1) konnten das Transportverhalten der Aare in Bern sowie die Sohlenveränderungen analysiert werden. Während Hochwasserereignissen wird im Schwellenmätteli viel Geschiebe abgelagert. Das Ablagerungsvolumen hängt von der Sohlenlage im Schwellenmätteli vor dem Ereignis ab. Je tiefer die Ausgangssohle, desto mehr Geschiebe kann abgelagert werden. Die Modellierung zeigt, dass auch bei einer hohen Ausgangssohlenlage Geschiebe im Schwellenmätteli zurückgehalten wird. Beim Hochwasser 1999 war der Speicher bereits vor dem Ereignis gefüllt. Trotzdem zeigten Modellberechnungen bis zur Hochwasserspitze Sohlenhebungen von einem Meter, was einer Ablagerungsmenge von 30'000 m³ entspricht. Diese Kubatur wurde verzögert ausgetragen (Abbildung 5) und führte zu einer leichten Erhöhung der Sohlenlage in der Matte gegenüber der Ausgangssohle vor dem Ereignis von 1999.

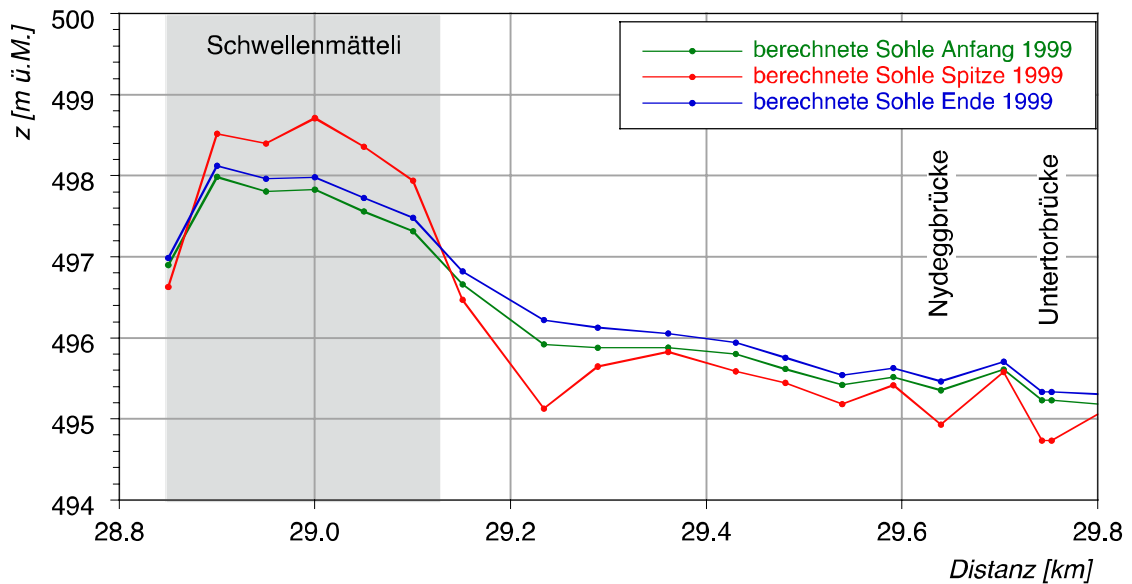


Abbildung 5: Berechnete Sohlenlagen während des Hochwassers von 1999 (Ganglinie siehe Abbildung 6).

Aufgrund der Ablagerungen im Schwellenmätteli entsteht flussabwärts ein Geschiebedefizit, welches sich durch eine ausgeprägte Erosionstendenz in der Matte während der Hochwasserspitze äussert. Die Sohle senkt sich rund 20 bis 40 cm, lokal bis zu 80 cm ab (Abbildung 7). Die erodierten Stellen werden nach der Hochwasserspitze vom ausgetragenen Geschiebe aus dem Schwellenmätteli wieder aufgefüllt. Die Sohlenlage nach dem Ereignis liegt rund 10 bis 20 cm höher als die Ausgangssohle vor dem Ereignis.

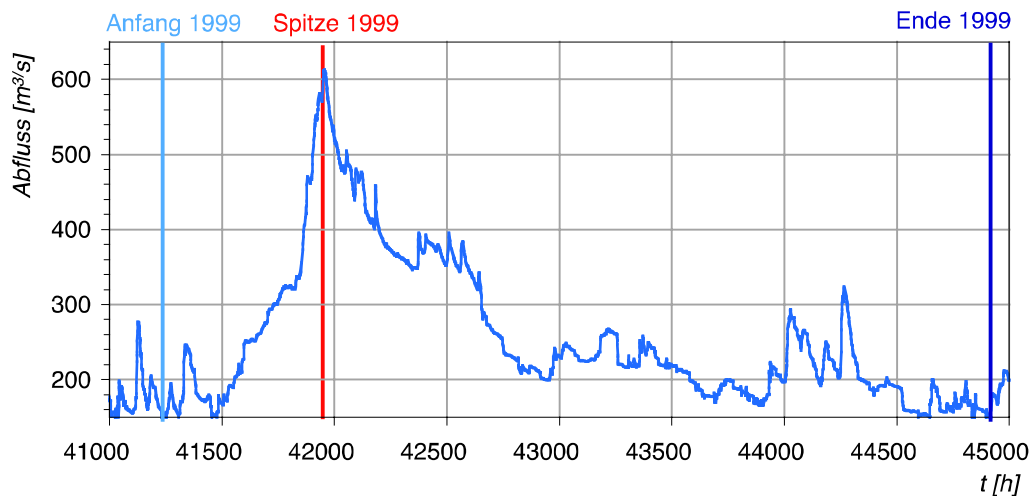


Abbildung 6: Jahresganglinie 1999 mit dem Hochwasser vom Mai 1999 (Abflüsse $< 150 \text{ m}^3/\text{s}$ sind nicht transportrelevant und in der Abbildung nicht dargestellt).

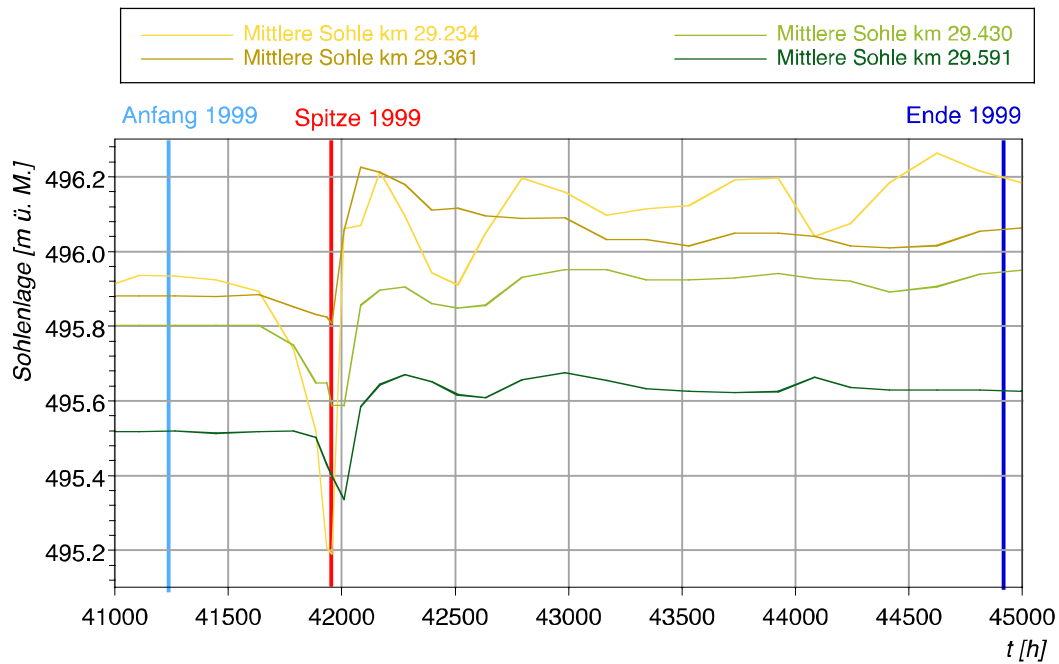


Abbildung 7: Sohlenlagen in der Matte während des Hochwasserereignisses von 1999 mit zugehöriger Ganglinie (vgl. Abbildung 6).

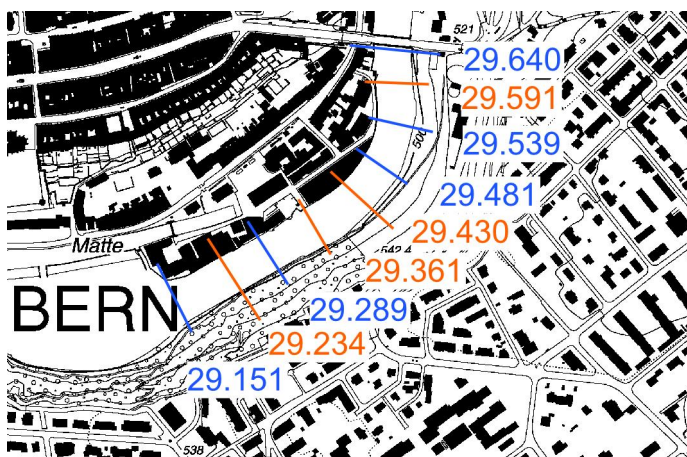


Abbildung 8: Lage der Querprofile in der Matte (Situation 1:10'000).

2.5.7 Schwemmholz

Die Aare kann grosse Schwemmholzmengen nach Bern verfrachten. Das Holz wird hauptsächlich aus den Zuflüssen in die Aare eingetragen, der Eintrag aus dem Thunersee kann vernachlässigt werden. Schwemmholz kann bei hohen Abflüssen auch aus den Böschungen der Aare zwischen Thun und Bern mobilisiert werden. Hierbei handelt es sich vorwiegend um einzelne Stämme oder Äste. Der Gefahrenkarte Aareraum der Stadt Bern [21] liegen folgende Szenarien zugrunde, welche für die Teilrevision 2016 [22] unverändert blieben:

- Szenario HQ ₃₀	häufiges Ereignis	kaum Schwemmholz
- Szenario HQ ₁₀₀	seltenes Ereignis	1'200 m ³ fest
- Szenario HQ ₃₀₀	sehr seltenes Ereignis	1'800 m ³ fest

Wie das Ereignis von 2012 eindrücklich gezeigt hat, können durch ein Hochwasser in der Zulg grosse Schwemmh Holz mengen in die Aare eingetragen werden. Aufgrund von möglichen Rutschungen im Einzugsgebiet oder des Phänomens eines sogenannten „Anschutzes“ besteht die Möglichkeit, dass ein kompakter Schwemmh Holz teppich bis in die Aare gelangt. Es wurde angenommen, dass die Abflussspitze auf ihrem Weg bis nach Bern geglättet wird, wodurch auch der Schwemmh Holz teppich auseinandergezogen wird und nicht als kompakter Teppich im Projektperimeter ankommt.

Die beim Hochwasser 2005 aus dem Oberwasser entnommene Schwemmh Holz menge betrug 1'200 m³ (Lockervolumen) [26]. Im Rahmen der hydraulischen Modellversuche der VAW im Schwellenmätteli wurde festgestellt, dass rund 20 % des Schwemmh Holz aufkommens ins Unterwasser gelangen. Somit kann das Schwemmh Holz aufkommen während des Hochwassers 2005 auf rund 1'500 m³ geschätzt werden.

Das Ereignis vom 7. und 8. Juni 2015 mit einem rasanten Anstieg der Wassermenge in der Zulg brachte viel Schwemmh Holz, das sich vor der Schwelle in der Matte ansammelte. Die beiden ersten Schwellenelemente wurden gezogen. Rund 70 % der in Bern entnommenen Schwemmh Holz menge von rund 180 t wurde am Wehr Engehalde entnommen. Gemäss ewb und BKW wurden während den Ereignissen 2012 und 2015 folgende Schwemmh Holz mengen aus der Aare entnommen:

Tabelle 4: Entnahmemengen Schwemmh Holz gemäss Angaben von ewb und BKW (Umrechnung mit Dichte 700 kg/m³ in m³ fest).

Standort	Ereignis 2012	Ereignis 2015
Schwellenmätteli	37 t (50 m ³ fest)	56 t (80 m ³ fest)
Engehalde	144 t (200 m ³ fest)	125 t (180 m ³ fest)
Wohlensee	146 t (200 m ³ fest)	keine Angaben

Für weitere Überlegungen zum Schwemmh Holz aufkommen verweisen wir auf das Faktenblatt im Anhang des Fachberichts Hydraulik (Beilage C.4.2, Anhang L).

2.6 Geologische Verhältnisse

Der Felsuntergrund von Bern wird durch im Tertiär abgelagerte Molassesedimente gebildet, genauer der Unteren Süsswassermolasse (USM) und der Oberen Meeresmolasse (OMM). Darüber wurden eiszeitliche Sedimente (Moränenmaterial) sowie zwischen- und nacheiszeitliche Schotter, Stausedimente und Verlandungsbildungen abgelagert. In diese ursprünglich mehr oder weniger durchgehende Schichtarchitektur hat sich die – aus erdgeschichtlicher Perspektive betrachtet – junge Aare einerodiert, das ältere Material ausgeräumt und einen eigenen Ablagerungsraum geschaffen.

Die unterste Schicht des durch die Aare geprägten Sediment-Stapels wird vor allem durch fein- bis mittelkörnige Ablagerungen gebildet. Diese sogenannten Rückstausedimente können aber auch dezimetermächtige Lagen aus relativ sauberen Kiesen und Grobsanden enthalten. Darüber folgen die eigentlichen Aareschotter aus sandigem Kies mit geringem Feinanteil. Das jüngste natürliche Schichtglied bilden Überschwemmungssedimente und Verlandungsböden aus tonigem bis feinsandigem und torfigem Material.

Im Zuge der anthropogenen Tätigkeiten wurde der Sedimentationsraum der Aare stark verändert, sodass an der Terrainoberfläche meist künstliche Auffüllungen und Schüttungen variabler Zusammensetzung zu finden sind.

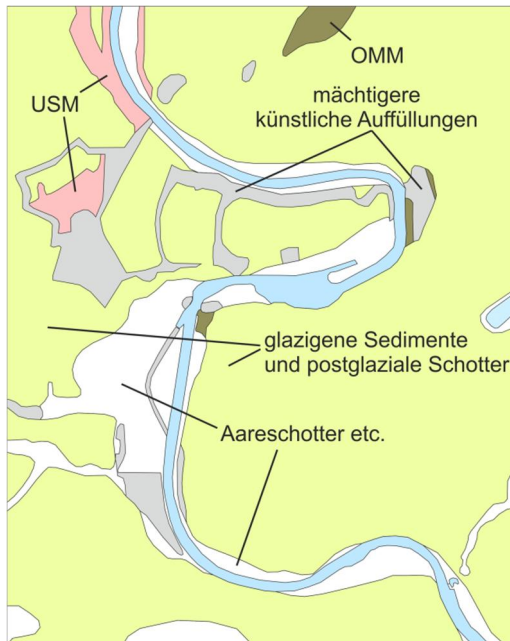


Abbildung 9: Geologie von Bern (vereinfacht). Quelle: [8].

2.7 Hydrogeologische Verhältnisse

Der eigentliche Grundwasserleiter wird durch die Aareschotter gebildet. Als Grundwasserstauer fungieren die feinkörnigen Rückstausedimente. Ebenfalls Grundwasser-führend sind die innerhalb der Rückstausedimente vereinzelt auftretenden, kiesigen Schichten. Die Speisung des Aare-Grundwassers erfolgt einerseits durch infiltrierendes Flusswasser und andererseits durch Hangzuflüsse. Das Schwankungsverhalten des Aare-Grundwassers zeigt meist eine absolute Parallelität zu demjenigen des Aarepegels. Das Grundwasser (GW) weist folglich ein „importiertes alpines Regime“ auf, mit Tiefwasserständen im Winter und regulären Hochwasserständen in den Sommermonaten Juni bis Anfang August. In Richtung der randlichen Begrenzung des Grundwasservorkommens schwächt sich der Aare-Einfluss allmählich ab.

Detaillierte Angaben zum Grundwasser finden sich in den entsprechenden Quartierberichten.

2.8 Siedlungsentwässerung

Die Angaben zur Siedlungsentwässerung können dem separaten Fachbericht (Beilage C.4.3) entnommen werden.

2.9 Städtebauliche Aspekte / Gestaltung

Vergangenheit

Die Matte hat sehr unterschiedliche Phasen der baulichen Entwicklung erlebt. Während der frühen Stadtgeschichte formte die Matteschwelle eine teils natürliche Anlegestelle und zwang u.a. zum Umladen von Gütern. Spätestens seit dem 17. Jahrhundert sind Inseli und Tych nachweisbar, spätestens seit dem 18. Jahrhundert wird die Wasserkraft genutzt. Die

nordseitige Bebauung der Schifflaube und Gerberngasse - sie gehört typologisch zur Altstadt und liegt folgerichtig innerhalb des UNESCO-Perimeters - dient seit ihren Anfängen als Wohnquartier. Die alte Bebauung der Badgasse, welche bis auf einen schmalen Uferweg direkt an den Aarelauf stiess, wurde im frühen 20. Jahrhundert durch eine höher gelegene Häuserzeile ersetzt, die zusätzlich durch die Aarstrasse vom Wasser getrennt ist.

Das Aareufer unterhalb des Inselis bis zur Untertorbrücke bildete während Jahrhunderten eine natürliche Anlegestelle in Form einer ausgedehnten Kiesbank. Hier waren Gewerbebetriebe, eine Sägerei, eine grosse Lagerhalle etc. ansässig. Diese Strukturen wurden seit dem späten 19. Jahrhundert durch die Bebauung der damals neu angelegten Wassergasse (Kraftwerk, Tuchfabrik Schild etc.) ersetzt. Diese neuen Bauten haben das ehemals natürliche Aareufer über weite Strecken befestigt und besetzen den Zugang zum Wasser. Die Beziehung zwischen Fluss und Quartier hat sich somit im Verlauf der Geschichte radikal verändert. Das ursprünglich "natürliche" Flussufer in Form einer lang gezogenen Kiesbank wurde vor allem zwischen 1885 und 1925 mit einem "harten" Prospekt von Bauten besetzt. Dieser Prospekt ist mit Ausnahme des gegenüber liegenden Flussufers und des oberen Muristaldens kaum direkt einsehbar.

Städtebau und Denkmäler

Die vom Hochwasser bedrohte Bausubstanz der Matte gehört zur Altstadt und liegt integral innerhalb des UNESCO-Perimeters. Die Bauten sind mit wenigen Ausnahmen durch die per Volksabstimmung festgesetzte Bauordnung geschützt. Es handelt sich vorwiegend um Massiv- und Riegbauten, konstruiert unter Verwendung von Stein, Holz und Verputzen. Diese Materialien können dem Wasser prinzipiell widerstehen, was sie anlässlich der letzten Hochwasser unter Beweis gestellt haben, ihre Substanz leidet aber unter der wiederholten oder kontinuierlichen Einwirkung von Wasser und Feuchte.

Eine Befestigung einzelner Objekte würde Verstärkungen bzw. Ersatz von Türen, Fenstern und anderen Bauteilen erfordern, was dem Grundsatz des Substanzerhalts zuwiderläuft. Werden die Bauten überschwemmt, leiden nebst der Struktur besonders die Oberflächen und die Patina; ihre Reinigung und Wiederherstellung erfordern besondere Sorgfalt; sind aus Sicht des Substanzerhalts also ebenfalls problematisch. Wegen der Vielzahl kleiner baulicher Eingriffe an Einzelobjekten sind solche Arbeiten denkmalpflegerisch schwierig zu begleiten. Diese Probleme verschärfen sich angesichts der zu befürchtenden Zunahme von Schadensereignissen.

Nutzungseinschränkungen

Aufgrund der Hochwassergefährdung liegen z.T. grosse Bereiche der Quartiere im roten (erhebliche Gefährdung), blauen (mittlere Gefährdung) und gelben (geringe Gefährdung) Gefahrenbereich (vgl. Beilage C.4.4). Die Nutzung sowie Entwicklung in den Gefahrengebieten wird dadurch in den roten Gefahrenbereichen sehr stark oder ganz eingeschränkt, in den blauen Gefahrenbereichen gelten besondere bauliche Auflagen.

2.10 Natur und Umwelt

Umweltverträglichkeitsbericht (UVB)

Die Gesamtkosten für das Projekt Hochwasserschutz Aare Bern übersteigen den Betrag von 10 Mio. Franken und unterliegen daher der Umweltverträglichkeitsprüfung UVP (gemäss Art. 9 Bundesgesetz über den Umweltschutz USG und Art. 2 Abs. 1). Über den

aktuellen Zustand sowie die Projektauswirkungen gibt der Umweltverträglichkeitsbericht (UVB) Auskunft (Beilage C.6.1).

Gewässerschutzbereiche und belastete Standorte

Gewässerschutzbereiche sowie belastete Standorte werden in den Berichten zu den Quartieren (Teil II des Technischen Berichtes, Beilagen C.3.2 – C.3.6) sowie im UVB behandelt.

Raumbedarf Fliessgewässer

Der Gewässerraum wurde für den Projektperimeter festgelegt und ist in den Technischen Plänen, Situation Blatt 1 – 7 (Beilagen B.1.1 – B.1.7) dargestellt. Der Gewässerraum ist jedoch nicht Bestandteil des vorliegenden Projektes.

2.11 Schadenpotentiale und Risiken vor Massnahmen

Kissling+Zbinden hat im Mai 2009 für das Teilprojekt L21 Objektschutz Quartiere an der Aare das Schadenpotenzial vor Massnahmen bestimmt [14]. Dabei wurden die Daten separat für die Perimeter Altenberg, Dalmazi, Langmauer, Marzili und Matte erhoben und mit EconoMe 1.0 ausgewertet. Als Grundlage dienten die Intensitätskarten Wassergefahren aus der Gefahrenkarte Aareraum der Stadt Bern vom September 2008.

Tabelle 5: Zusammenstellung Schadenausmass und Risiko vor Massnahmen nach EconoMe 1.0, aus [14], 2009. Angaben in kFr.

Gebiet	Uferseite	Schadenausmass (kFr.)			Gesamtrisiko (kFr/a)
		HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	HQ ₃₀₀	
Marzili	links	540	31'890	43'926	372
Dalmazi	rechts	1'938	6'720	13'449	135
Matte	links + rechts	2'195	64'203	87'056	769
Langmauer	links	2	875	976	9
Altenberg	rechts	536	4'602	7'944	70

Daraus resultiert ein jährliches Gesamtrisiko von rund 1.4 Mio. CHF für den gesamten Aareraum der Stadt Bern, wovon mehr als die Hälfte des Risikos aus dem Schadenpotenzial in der Matte resultiert. Der Abschnitt Langmauer trägt, gefolgt von den Abschnitten Altenberg und Dalmazi, am wenigsten zum Risiko bei. Die Personenrisiken liegen je nach Abschnitt zwischen 0.1 (Dalmazi) und 5.2 % (Langmauer) des Gesamtrisikos.

Im Rahmen des Wasserbauplans werden die Abklärungen zum Schadenpotential und Risiken vor Massnahmen mit EconoMe 3.0 während der Vorprüfung weiter detailliert.

3 Projektannahmen

3.1 Hochwasserschutzziele / Defizite

3.1.1 Hochwasserschutzziele

Heutige Hochwasserschutzkonzepte bauen auf einer Differenzierung von Schutzzielen [17] auf. Die Schutzziele sollen je nach Nutzung, Anforderungen und Sachwerten festgelegt werden. Der Regierungsrat des Kantons Bern hat in seiner Risikostrategie [10] Schutzziele bekannt gegeben. Diese gelten als Empfehlung und sind verhandelbar. Wo eine gute Kostenwirksamkeit erreicht werden kann, sollen nach Möglichkeit höhere Schutzziele angesetzt werden. Sind die Schutzmassnahmen gegenüber dem Schadenpotenzial unverhältnismässig, können geringere Massnahmenziele festgelegt werden.

In einer ersten Phase wurden die Schutzziele gemäss Risikostrategie des Regierungsrates auf das Hochwasserschutzprojekt angewendet und anschliessend im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung verfeinert. Mittels Interessensabwägung zwischen unterschiedlichen Bedürfnissen, Nutzungs- und Gestaltungsanforderungen wurden die Schutzziele für einzelne Abschnitte resp. Massnahmen optimiert und differenziert festgelegt. Grundsätzlich sind die Schutzziele gemäss Risikostrategie erfüllt oder übertroffen und es resultiert mehrheitlich ein höherer Schutzgrad. Eine Ausnahme bilden einzelne Abschnitte, auf denen keine ausreichende Kostenwirksamkeit erreicht werden konnte. Hier wurden entsprechend geringere Massnahmenziele gesteckt respektive die Schutzziele durch mobile Massnahmen erreicht

Im Gegensatz zu den Schutzzielen für Sachrisiken sind die Schutzzielvorgaben bezüglich der individuellen Personenrisiken nicht verhandelbar und müssen in einem Hochwasserschutzprojekt umgesetzt werden. Aus dem Risikokzept für Naturgefahren der PLANAT [3] geht, für Risiken ohne Selbstverantwortung, ein maximales jährliches Individuelles Todesfallrisiko von $10^{-5} - 10^{-6}$ hervor.

3.1.2 Defizite

Der Handlungsbedarf wurde im Rahmen des Vorprojekts in Bezug auf die Schutzzielvorgaben gemäss der Risikostrategie des Regierungsrats des Kantons Bern [10] aufgezeigt. Dazu wurden die Resultate aus dem 2008 von Kissling+Zbinden für den Aareraum in der Stadt Bern erarbeiteten Schutzzielplan [13] verwendet. Basierend auf dem Verschnitt des Schutzzielplans mit den Intensitätskarten wurden Schutzdefizitkarten erstellt. Dabei wurde analog der Schutzzielvorgaben des Kantons unterschieden zwischen:

- Kein (weiss): kein Schutzdefizit à Die auftretenden Intensitäten werden toleriert, im Allgemeinen sind keine Massnahmen nötig.
- RA (grau): Risikoanalyse à Schutz- und Vorsorgemassnahmen sollen mittels Risikoanalyse überprüft werden.
- SD (rosa): bestehendes Schutzdefizit à Schutz- und Vorsorgemassnahmen sind nötig.

Die Schutzdefizite, welche in Bezug der Risikostrategie des Kantons Bern ermittelt wurden, sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 6: Schutzdefizite nach kant. Empfehlungen pro Projektabschnitt am linken Aareufer nach [13] (kein: kein Schutzdefizit; RA: Risikoanalyse erforderlich; SD: bestehendes Schutzdefizit).

Kürzel	Bereich	HQ ₃₀			HQ ₁₀₀			HQ ₃₀₀		
		kein	RA	SD	kein	RA	SD	kein	RA	SD
L1	Eichholz	X			X			X		
L2	Gaswerk	X	X		X	X		X	X	
L3	Marzilabad	X	X		X	X	X	X	X	
L4	Aarstrasse	X			X			X	X	
L5	Tych	X			X	X	X	X	X	X
L6	Matte	X	X	X	X		X	X	X	X
L7	Münsterbauhütte	X	X	X	X	X	X	X	X	X
L8	Schütte	X			X			X		

Tabelle 7: Schutzdefizite nach kant. Empfehlungen pro Projektabschnitt am rechten Aareufer nach [13] (kein: kein Schutzdefizit; RA: Risikoanalyse erforderlich; SD: best. Schutzdefizit).

Kürzel	Bereich	HQ ₃₀			HQ ₁₀₀			HQ ₃₀₀		
		kein	RA	SD	kein	RA	SD	kein	RA	SD
R1	Eichholz	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R2	Dalmaziquai	X	X		X	X	X	X	X	
R3	Matte rechts	X	X	X	X	X	X	X	X	
R4	Altenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Die Schutzdefizite gemäss Schutzdefizitkarte [13] sind für jeden Projektabschnitt in den obenstehenden Tabellen mit einem X markiert. Dabei wurden auch kleine Flächen berücksichtigt, welche durch den GIS-Verschnitt entstanden sind (beispielsweise entlang von Gebäuden, welche unmittelbar an der Aare stehen).

3.1.3 Projektziele

Für das Hochwasserschutzprojekt Gebietsschutz Quartiere an der Aare wurden abschnittsbezogen unterschiedliche Massnahmenziele festgelegt. Diese sind in den nachfolgenden Tabellen für beide Aareufer zusammengestellt. Die Massnahmenziele sind zudem in Abbildung 10 dargestellt.

Tabelle 8: Massnahmenziele linke Uferseite. * höhere Schutzkote massgebend.

** Vollständiger Schutz bis 660 m³/s beinhaltet ein begrenzter Schutz für Abflüsse bis 700 m³/s.

Abschnitt [km]	Bereich	Massnahmenziel
26.600 – 27.500	L1 Eichholz	Keine Massnahmen vorgesehen
27.500 – 28.400	L2 Gaswerk L3 Marzilabad	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ ₁₀₀) und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s *
28.400 – 28.530	L4 Aarstrasse (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ ₁₀₀) und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s *

28.530 – 29.090	L4 Aarstrasse (Teilabschnitt) L5 Tych	Vollständiger Schutz bis 660 m ³ /s (HQ_{300})** (Arealschutz Matte)
29.090 – 29.530	L6 Matte (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) durch fixe Massnahmen und vollständiger Schutz bis 660 m ³ /s (HQ_{300})** mit mobilen Massnahmen (Arealschutz Matte)
29.530 – 29.605	L6 Matte (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s * durch fixe Massnahmen und vollständiger Schutz bis 660 m ³ /s (HQ_{300})** mit mobilen Massnahmen (Arealschutz Matte)
29.605 – 29.640	L6 Matte (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) durch fixe Massnahmen und vollständiger Schutz bis 660 m ³ /s (HQ_{300})** mit mobilen Massnahmen (Arealschutz Matte)
29.640 – 29.750	L6 Matte (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 660 m ³ /s (HQ_{300})** (Arealschutz Matte)
29.750 – 30.220	L7 Münster-bau- hütte L8 Schütte (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) ohne Ver- klausung Altenbergsteg und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s *
30.220 – 32.600	L8 Schütte (Teilabschnitt)	Keine Massnahmen vorgesehen

Tabelle 9: Massnahmenziele rechte Uferseite. * höherer Wert massgebend.

Abschnitt [km]	Bereich	Massnahmenziel
26.600 – 27.570	R1 Dählhölzli	Keine Massnahmen vorgesehen
27.570 – 27.630	R2 Dalmaziquai (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s *
27.630 – 27.800	R2 Dalmaziquai (Teilabschnitt)	Keine Massnahmen vorgesehen
27.800 – 28.400	R2 Dalmaziquai (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100})
28.400 – 29.640	R3 Matte rechts (Teilabschnitt)	Keine Massnahmen vorgesehen
29.640 – 30.670	R3 Matte rechts (Teilabschnitt) R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m³/s (HQ_{100}) ohne Ver- klausung Altenbergsteg und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m³/s *
29.640 – 29.740	R3 Matte rechts (Teilabschnitt Klösterlistutz)	Keine fixen Massnahmen vorgesehen. Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) mit mobilen Massnahmen und begrenzter Schutz für höhere Ab- flüsse bis 700 m ³ /s mit mobilen Massnahmen*

Abschnitt [km]	Bereich	Massnahmenziel
29.740 – 29.812	R3 Matte rechts (Teilabschnitt) R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Vollständiger Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) ohne Verklausung Altenbergsteg und begrenzter Schutz für höhere Abflüsse bis 700 m ³ /s *
29.812 – 30.060	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 550 m ³ /s durch fixe Massnahmen (Szenario Stollen Thun, maximaler Abfluss zum Schutz der Unterlieger) und begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) mit mobilen Massnahmen
30.060 – 30.285	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) durch fixe Massnahmen
30.285 – 30.432	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Keine Massnahmen vorgesehen
30.432 – 30.605	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 600 m ³ /s (HQ_{100}) durch fixe Massnahmen
30.605 – 30.800	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Begrenzter Schutz bis 550 m ³ /s (Szenario Stollen Thun, maximaler Abfluss zum Schutz der Unterlieger) durch fixe Massnahmen
30.800 – 32.600	R4 Altenberg (Teilabschnitt)	Keine Massnahmen vorgesehen

Die Begriffe vollständiger und begrenzter Schutz werden im Projekt Gebietsschutz Quartiere an der Aare folgendermassen definiert:

- Vollständiger Schutz – Kriterium „Freibord“
Damit ein vollständiger Schutz bis zu einem bestimmten Abfluss gewährleistet werden kann, muss ein ausreichendes Freibord berücksichtigt werden. Das Freibord wird nach den Empfehlungen der KOHS [16] berechnet und zur Bestimmung der Schutzkoten zu den Wasserspiegellagen addiert.
- Begrenzter Schutz – Kriterium „bordvoll“
Ein begrenzter Schutz bedeutet, dass ein entsprechendes Hochwasser mit vergleichsweise geringen Schäden abgeführt werden kann. Die Bedeutung des begrenzten Schutzes wird für das Hochwasserschutzprojekt entlang der Aare in Bern mit einem bordvollen Abfluss gleichgesetzt. Der Begriff bordvoll enthält im vorliegenden Projekt eine Unschärfe in der Wasserspiegellage resultierend aus einer Unsicherheit in der Berechnung der Sohlenlage zur Abflussspitze.

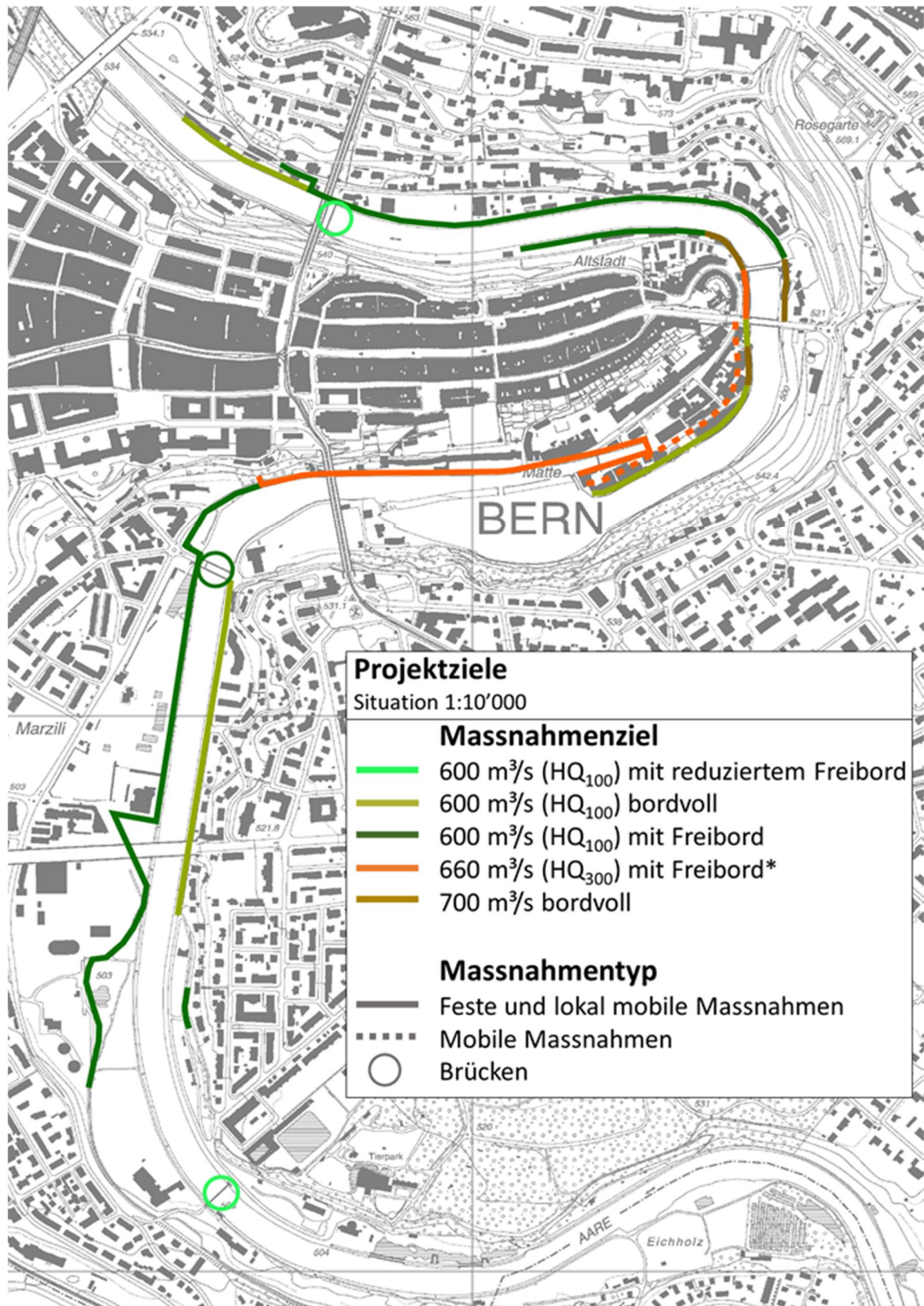


Abbildung 10A: Massnahmenziele im Hochwasserschutzprojekt, Datengrundlage [28].

* Massnahmenziel bis 660 m³/s mit Freibord beinhaltet 700 m³/s bordvoll.

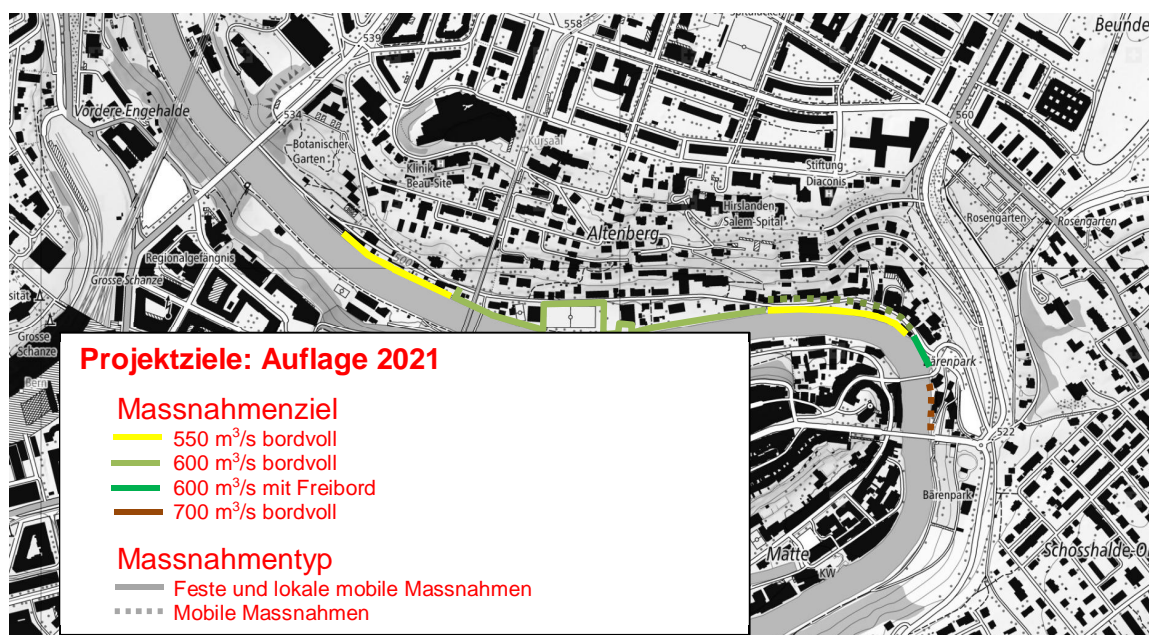


Abbildung 10B: Massnahmenziele im Hochwasserschutzprojekt, Abschnitt Altenberg, Auflage 2021, Datengrundlage [28].

Das Massnahmenziel „begrenzter Schutz bis 660 m³/s“ auf dem Abschnitt R4 Altenberg (km 30.605–30.800) resultiert aus Überlegungen auf der Basis des Szenario Stollen Thun mit einem Abfluss von 550 m³/s. Mit diesem Massnahmenziel kann der maximale Abfluss zum Schutz der Unterlieger aus dem Betriebsreglement des Hochwasserschutzstollens in Thun unter Einhaltung eines reduzierten Freibordes von rund 30 cm weitgehend schadlos abgeleitet werden. Mit diesem reduzierten Freibord kann das erforderliche Freibord aufgrund von Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage, nicht aber das erforderliche Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen (vgl. Empfehlungen KOHS [16]) abgedeckt werden. Aus diesem Grund kann ein lokales Überschwappen durch Wellenbildung oder Rückstau an Hindernissen nicht ausgeschlossen werden.

Die Massnahmenziele «begrenzter Schutz bis 550 m³/s» sowie «begrenzter Schutz bis 600 m³/s» resultieren einerseits aus Überlegungen auf der Basis des Szenario Stollen Thun mit einem Abfluss von 550 m³/s. Mit diesem Massnahmenziel kann der maximale Abfluss zum Schutz der Unterlieger aus dem Betriebsreglement des Hochwasserschutzstollens in Thun ohne Einhaltung eines minimalen Freibordes auf dem Abschnitt im Altenberg gerade abgeleitet werden. Andererseits wurden auch die Bedürfnisse und Wünsche der Anrainer im Rahmen der Petition und des Einspracheverfahrens angehört und in den Schutzziele berücksichtigt. Damit und unter Umsetzung von mobilen Schutzmassnahmen kann von der Untertorbrücke bis zum Pumpwerk Altenberg durchgängig ein Abfluss von 600 m³/s (HQ₁₀₀) ohne Freibord abgeleitet werden.

Mit diesem fehlenden Freibord kann das erforderliche Freibord (vgl. Empfehlungen KOHS [16]) nicht abgedeckt werden. Aus diesem Grund kann ein lokales Überschwappen durch Wellenbildung oder Rückstau an Hindernissen nicht ausgeschlossen werden.

Brücken sollen nach Möglichkeit die Freibordkriterien inkl. Teilfreibord für Treibgut nach KOHS [15] erfüllen, so dass ein HQ₁₀₀ (600 m³/s) schadenfrei unter der Brücke abgeführt werden kann. Für den Schönausteg, die Dalmazibrücke und den Altenbergsteg werden

entsprechend minimale Koten für die mittlere Brückenunterkante definiert. Die Verhältnismässigkeit der erforderlichen Massnahmen zum Einhalten der Freibordkriterien wurde mittels Interessenabwägung untersucht. Aufgrund von Risikoüberlegungen sowie aus Gründen des Denkmalschutzes wird auf das Angeben von Schönau- und Altenbergsteg verzichtet. Weitere Überlegungen diesbezüglich können dem Fachbericht Hydraulik (Beilage C.4.2, Kap. 9) sowie dem Faktenblatt im Anhang des Fachberichts (Beilage C.4.2, Anhang L) entnommen werden. Bei der Dalmazibrücke wird mit einer einfachen Verschalung aus einem ebenen Stahlblech der Gefahr einer Verklausung durch Schwemmholz entgegengewirkt.

Die Abflussmenge des jeweiligen Bemessungsereignisses kann für Abschnitte mit vollständigem Schutz mit den vorgeschlagenen Massnahmen schadlos abgeführt werden, respektive mit vergleichsweise geringen Schäden für Abschnitte mit begrenztem Schutz. Mit den gewählten Massnahmenzielen werden die Schutzzielempfehlungen gemäss Kanton und Bund nicht auf dem gesamten Projektperimeter mit fixen baulichen Massnahmen eingehalten. Aus städtebaulichen oder Kostenwirksamkeitsgründen werden durch die Bauherrschaft in Rücksprache mit Kanton und Bund bewusst abschnittsweise niedrigere Massnahmenziele gesetzt oder die Ziele durch mobile Massnahmen erreicht.

3.2 Ökologische Entwicklungsziele / Defizite

Im vorliegenden Projekt galt das Hauptaugenmerk dem Hochwasserschutz und ästhetischen / städtebaulichen Aspekten. Bei der Ufergestaltung konnte ein Kompromiss zwischen den beiden Ausrichtungen gefunden werden (vgl. Angaben zu den Massnahmen in den Berichtsteilen II). Die Ufer können an mehreren Stellen mittels rauem formwildem Blockwurf unterhalb Wasserspiegel Q_{160} (siehe Normalie in Beilage C.1.4, Ufertyp 3), Einbau von Wurzelstöcken/-tellern und Störsteinen (Beilage C.1.4) aufgewertet werden, insbesondere im Gaswerkareal schafft eine Renaturierung und Aufweitung Mehrwerte.

3.3 Hydraulische Modellrechnungen Projektzustand

3.3.1 Modellrechnungen

Für die Projektierung wurden die geplanten Hochwasserschutzmassnahmen in das gezeichnete Abfluss- und Geschiebetransportmodell integriert. So konnten entsprechend den Bemessungsereignissen Schutzkoten für das Projekt ermittelt werden (vgl. Kapitel Tabelle 10). Im Rahmen der Erarbeitung des Vorprojekts sowie der weiteren Projektbearbeitung für den Wasserbauplan wurden unterschiedliche Sensitivitätsanalysen gemacht. Mittels Extrapolationsrechnungen wurden die Langzeiteffekte der Massnahmen auf die Sohlenlage der Aare sowie der Einfluss unterschiedlicher Baggerungsregime im Schwellenmätteli bestimmt. Das Verhalten des Systems bei Überlast wurde anhand von unterschiedlichen Überlastszenarien untersucht (vgl. Kapitel 3.2).

Für weitere Informationen zur den hydraulischen und geschiebetechnischen Berechnungen verweisen wir auf den Fachbericht Hydraulik und Geschiebe (Beilage C.4.2).

3.3.2 Dimensionierungsszenarien

Den Abfluss- und Geschiebetransportrechnungen liegen verschiedene Szenarien zugrunde. Die Bestimmung der Schutzkoten basiert je nach Abschnitt und Massnahmenziel auf unterschiedlichen Szenarien. Zur Bestimmung der Schutzkoten im Projekt sind die in Tabelle 10 dargestellten Szenarien massgebend.

Tabelle 10: Übersicht der Dimensionierungsszenarien.

Szenario Bezeichnung	Q_{max}	HQ_x	P-Q-Beziehung Schwellenmätteli	Verklausung Untertorbrücke
550 „Dim“	550 m ³ /s	30 - 100	1/3 verlegt	keine
600 „Dim“	600 m ³ /s	100	1/3 verlegt	keine
660 „Dim“	660 m ³ /s	300	1/3 verlegt	keine
700 „Dim“	700 m ³ /s	ca. 500	1/3 verlegt	keine

Diesen Einzelereignissen liegt die Abflussganglinie des Hochwassers von 1999 zugrunde. Die verbleibende Kapazität des Geschiebespeichers im Schwellenmätteli zu Beginn des Ereignisses wird für alle Szenarien mit 20'000 m³ quantifiziert. Für weitere Angaben verweisen wir auf den Fachbereich Hydraulik und Geschiebe.

Das Szenario 550 „Dim“ (Abfluss 550 m³/s) entspricht dem zukünftigen maximalen Abfluss der Aare in Bern zum Schutz der Unterlieger bis zu einem Seestand des Thunersees von 558.45 m ü. M. Dieser Abfluss soll nach der Realisierung der Massnahmen an der Aare unterhalb von Thun für die Bewältigung von extremen Hochwassersituationen ins Wehreglement des Hochwasserschutzstollens aufgenommen werden. Im Abschnitt unterhalb des Altenbergstegs bis zum botanischen Garten wird ohne Freibord für dieses Szenario ein reduzierter Schutz gewährleistet. Die Schutzkote entspricht dem Schutzziel „begrenzter Schutz bis 550 m³/s“.

3.3.3 Sensitivitätsanalyse

Ein wichtiger Teil der Sensitivitätsrechnungen wurde bereits in Rahmen des Vorprojekts durchgeführt, was die Sicherheit bezüglich der berechneten Wasserspiegellagen und Schutzkoten erhöhte und eine Optimierung der Massnahmen in einer frühen Projektphase ermöglichte. Die auf dem Vorprojektmodell basierende Argumentation bezüglich Sensitivität verschiedener Parameter und Einflussgrössen behält auch für das vorliegende Wasserbauprojekt ihre Gültigkeit, da es sich grösstenteils um relative Vergleiche handelt.

Die Sensitivität der Modellrechnungen folgender Einflussgrössen wurde im Rahmen der Erarbeitung des Vorprojekts untersucht und im Technischen Bericht respektive im Fachbericht Hydraulik zum Vorprojekt [5] dokumentiert:

- Einfluss durch eine Erhöhung der Uferrauheiten zwischen der Untertorbrücke und dem Wehr Engehalde.
- Einfluss der an die Deckschicht gekoppelte Sohlenrauheit und Sohlenerosion in der Matte (km 29.0 – 30.0)
- Bemessungsereignis auf einer ungünstigen Sohlenlage in der Matte.
- Einfluss der Massnahmen (Stand Vorprojekt) auf die Kiesbank im Bereich der Mattebachmündung.

Im Rahmen der Planung und Optimierung des vorliegenden Wasserbauprojekts wurden mit dem aktuellen Abfluss- und Geschiebetransportmodell (Stand Wasserbauplan) folgende zusätzliche Sensitivitätsuntersuchungen durchgeführt.

Einerseits wurden die Auswirkungen eines Abflusses von $550 \text{ m}^3/\text{s}$ über 5 Tage (resultierend aus dem Betrieb des Hochwasserschutzstollens in Thun) untersucht. Die Modellrechnungen zeigen, dass der Geschiebespeicher im Schwellenmätteli das eingetragene Geschiebe mehrheitlich aufzunehmen vermag. Es resultiert ein Geschiebedefizit im Unterlauf, welches zu Sohlenerosionen und somit zu tendenziell tieferen Wasserspiegellagen führt. Die Erosionen sind auf dem Abschnitt Matte mit bis zu 25 cm nach 5 Tagen am grössten. Zwischen Untertorbrücke und Wehr Engehalde tieft sich die Sohle durchschnittlich um rund 10 cm ein. Nach einer Belastung während 5 Tagen mit $550 \text{ m}^3/\text{s}$ liegen die Wasserspiegel in der Matte 5 bis 10 cm tiefer als bei einem kurzzeitigen Abfluss von $550 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne massgebliche Geschiebeumlagerungen. Auf dem Abschnitt zwischen Untertorbrücke und Engehalde liegen die Wasserspiegel nach 5 Tagen rund 5 cm tiefer.

Hydraulische Modellierungen mit einem reduzierten Geschiebespeicher im Schwellenmätteli haben nur geringe Änderungen der Wasserspiegellage zur Folge. Im Schwellenmätteli landet die Sohle deutlich mehr auf als während des Bemessungsereignisses, so dass trotz höherer Sohlenlage während der Abflussspitze eine beachtliche Geschiebemenge zurückgehalten werden kann. Die Auswirkungen beschränken sich auf den Abschnitt vom Schwellenmätteli bis unterhalb der Untertorbrücke (km 30.0), sind jedoch vernachlässigbar gering (im Zentimeterbereich).

TEIL III Übergreifende Themen und Schlussfolgerungen

1 Kosten

Die Kosten für das Bauprojekt belaufen sich auf 132.5 Mio. CHF ($\pm 10\%$) (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Kostenvoranschlag Gesamtprojekt Stufe Bauprojekt in CHF inkl. MwSt. (Kostengenauigkeit $\pm 10\%$, Kostenstand Dezember 2017).

Baukosten	84'380'000
Allgemeinkosten	7'380'000
Baunebenkosten	4'380'000
Landerwerb und Rechte	1'200'000
Kommunikation	1'800'000
Honorare	31'760'000
Projektierungskredit	11'800'000
Ingenieurleistungen inkl. Fachspezialisten	12'280'000
Bauherrenunterstützung und Oberbauleitung	6'620'000
Umweltbaubegleitung	1'060'000
Drittprojekte	2'300'000
Sanierung Bueber (Anteil Hochwasserschutz)	2'300'000
Unvorhergesehenes	6'180'000
KiöR	500'000
Kostenvoranschlag Gesamtprojekt	132'500'000

Der Kostenteiler ist noch in Bearbeitung. Seitens Bund und Kanton sind Subventionsgelder zu erwarten.

2 Bauablauf

2.1 Bauvorgang allgemein

2.1.1 Wasserhaltung

Bei der Bauausführung im Flussbett muss die saisonal schwankende Wasserführung der Aare berücksichtigt werden. Generell gilt folgendes Vorgehen:

- Während der Hochwassersaison sind in erster Linie die Massnahmen an Land zu realisieren (Sommermonate, d.h. ca. April - September).
- Die Massnahmen im Flussbett sind vorzugsweise bei Niedrigwasser zu erstellen (Wintermonate, d.h. ca. Oktober - März). Hierbei sind die Schonzeiten für Fische zu beachten (Äsche 01.01. – 15.05. und Bachforelle 16.09./ 01.10. – 15.03.), wobei für bauliche Massnahmen die Priorität bei der Äsche liegt.

Für die Bauarbeiten im Flussbett (bspw. Erstellung von Vorgrundsicherungen, Ufersanierung und Ufersicherungen, neue Einleitstellen der Entwässerung) werden ausserhalb der Aufweitungsbereiche temporäre Ablenkddämme mit Aushubmaterial geschüttet (Aareschotter). Wo eine Baupiste innerhalb des Gerinnes notwendig ist, bildet diese den Schutzdamm zur Wasserhaltung. Die Schutzkote des Schutz-/ Wasserhaltungsdamms (resp.

Baupiste) wird auf den Wasserspiegel von 250 m³/s ausgelegt. Wird der Damm im Schutz einer Spundwand erstellt, wird die Schutzkote der Spundwand auf 250 m³/s plus 0.3 m Freibord festgelegt. Der Damm direkt hinter der Spundwand wird auf bis auf eine Kote geschüttet, die einem Abfluss von 120 m³/s entspricht.

In Abschnitten mit Gerinneaufweitungen wird der bestehende Uferverbau während den Aushubarbeiten belassen. Somit kann die Aare im Gerinne abgeleitet und Trübungen aus den Bereichen mit Erdbewegungen minimiert werden. Im Schutz dieses Dammkegels erfolgt der Aushub für die Gerinneaufweitung. Der Blockverbau für den neuen Uferschutz resp. die Gestaltung der Flachufer werden sukzessive mit den Aushubarbeiten fertiggestellt. Anschliessend wird der bestehende Uferverbau etappenweise abgebrochen. Um Trübungen zu minimieren dürfen im Hochwasserabflussprofil keine Deponien und Lagerplätze angelegt werden.

Die baulichen Massnahmen der Siedlungsentwässerung im ufernahen Bereich liegen teilweise im Grundwasser. Entsprechend sind Wasserhaltungsmassnahmen für die Trockenlegung der Baugrube (abpumpen von Grund-/ Schichtwasser) erforderlich.

2.1.2 Baustellenzufahrten und Baustellenerschliessung

Die Transporte von und zu den Baustellen dürfen in sämtlichen Baulosen ausschliesslich auf den bezeichneten und vorgegebenen Verkehrswegen durchgeführt werden und sind im Übersichtsplan „Baustellenerschliessung und Installationsplätze“ (Planbeilage C.1.5) ersichtlich.

2.2 Bauvorgang pro Bereich

Die nachfolgenden Beschreibungen der Bauabläufe konzentrieren sich auf die primären Hochwasserschutzmassnahmen. Im Allgemeinen werden im ufernahen Bereich zusammen mit den wasserbaulichen Massnahmen auch gleich die nötigen Werkleitungsanpassungen vorgenommen. Die grösseren Baumassnahmen der Siedlungsentwässerung erfordern teilweise Erstellungszeiten von 8 – 10 Monaten. Die Massnahmen müssen somit separat von, aber koordiniert mit den wasserbaulichen Massnahmen realisiert werden. Die Erstellung erfolgt in Koordination und Abstimmung mit dem Tiefbauamt der Stadt Bern sowie dem Kanalnetzbetrieb.

Die Pumpwerke Marzili, Matte und Altenberg werden parallel zu den wasserbaulichen Massnahmen je Bereich erstellt. Die landseitigen „übrigen“ Massnahmen (z.B. Erstellung der Leitungssysteme in Weihergasse, Aarstrasse, Dalmazirain und Altenbergstrasse) können sowohl vor, während aber auch im Nachgang zu den Wasserbaumassnahmen erstellt werden. Für die Realisierung ist zu beachten, dass keine Einschränkung für die Baustellenzufahrten der Wasserbaumassnahmen erfolgt (z.B. Altenbergstrasse ist während Leitungsbau für Fahrzeuge nicht passierbar).

2.2.1 Bereich L1: Eichholz (km 26.600 - 27.500)

Bauliche Massnahmen

- Erstellen Baupiste
- Erneuerung Vorgrundsicherung wo nötig
- Erneuerung Böschungsschutz wo nötig
- Rückbau Baupiste

Die Ausführung hat in den Wintermonaten zu erfolgen und muss auf den Beginn der Badesaison fertig abgeschlossen sein (Schwimmstrecke).

Materialbilanz

Aushub

- Aushub für Erneuerung Vorgrundsicherung 5'800 m³

Widerverwertung vom Aushub

- Kies und Blöcke 2'300 m³

Zutransporte

- Kies für Baupiste aus Schwellenmätteli 5'700 m³
- Kies und Blöcke 5'500 m³ 11'200 m³

Abtransporte

- Aushubmaterial 3'500 m³

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über die Marzili- und Sandrainstrasse. Die Erschliessung innerhalb der Baustelle erfolgt über temporäre Baupisten, welche aus einem geschütteten Damm mit wasserseitiger Spundwand bestehen. Während der Arbeiten am Schönausteg ermöglicht ein provisorischer Fussgängersteg die Querung der Aare.

2.2.2 Bereich L2: Gaswerk (km 27.500 - 28.025)

Bauliche Massnahmen

- Abflachen der Böschung und Erstellen von Ufernischen
- HWS Mauer und HWS Damm
- Terrainanpassung
- Ergänzung bestehender Damm
- Ersatz / Neubau Weg auf dem Damm
- Ersatz / Neubau Weg entlang HWS Mauer
- Drainageleitung
- Anpassung Liegenschaftsentwässerung, lokale Massnahmen Schachtbauwerke

Im Anschluss an den Sportplatz Marzili soll der harte Uferverbau abgeschwächt werden. Es ist eine naturnahe Ufergestaltung durch flachere Ufer und Strukturelemente vorgesehen. Der flachere Uferbereich wird mit einheimischen, standortgerechten Pflanzen begrünt. Die Ausführung hat in den Wintermonaten zu erfolgen und muss zu Beginn der Badesaison abgeschlossen sein (Schwimmstrecke).

Materialbilanz

Aushub

- | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|
| - Aushub für das Erstellen von Ufernischen | 14'600 m ³ | |
| - Strassenaushub | 300 m ³ | 14'900 m ³ |

Widerverwertung

- | | | |
|-------------------------------|----------------------|--|
| - Kies und Dammschüttmaterial | 6'600 m ³ | |
|-------------------------------|----------------------|--|

Zutransporte

- | | | |
|-------------------|----------------------|--|
| - Kies und Blöcke | 1'500 m ³ | |
|-------------------|----------------------|--|

Abtransporte

- | | | |
|--|----------------------|----------------------|
| - Aushubmaterial sauber | 700 m ³ | |
| - Aushubmaterial verschmutzt, resp. belastet | 7'300 m ³ | |
| - Strassenaushub | 300 m ³ | 8'300 m ³ |

Rund 50 % des gesamten Aushubs ist belastetes Material, welches vor Ort triagiert und anschliessend fachgerecht entsorgt werden muss. Das saubere Aushubmaterial kann für den Bau der Dämme in diesem Bereich wiederverwendet werden. Das belastete und das saubere überflüssige Aushubmaterial muss abgeführt werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über die Marzilstrasse. Eine Erschliessung innerhalb der Baustelle ist nicht vorgesehen, da vom Ufer her gearbeitet werden kann.

2.2.3 Bereich L3: Marzilibad (km 28.025 - 28.400)

Bauliche Massnahmen

- HWS Mauer mit Holzpritschen
- Geländeanpassung / Gestaltungselemente / Mobile HWS-Elemente
- Uferweg
- Abbruch / Ersatz Aufbau Holzkonstruktion auf Spundwand
- Neugestaltung Bueber (ausgenommen Hochwasserschutz-Tore ist die Neugestaltung Bueber nicht Teil dieses Projektes)
- Drainageleitung und Pumpwerk

Die Hochwasserschutzmassnahmen sind innerhalb der Anlage des Marzilibades auszuführen. Die Ausführung hat in den Herbst / Wintermonaten zu erfolgen und muss auf den Beginn der Badesaison fertig abgeschlossen sein.

Materialbilanz

Aushub

- Aushub für Mauer und Fussweg 1'100 m³

Widerverwertung

- Hinterfüllen und Auffüllen Mauer / Geländeanpassung 600 m³

Zutransporte

- Kies und Mauerelemente 500 m³

Abtransporte

- Aushubmaterial 500 m³

Ein grosser Teil des Aushubmaterials kann vor Ort für Geländeanpassungen genutzt werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt von der Marzilistrasse / Aarstrasse her. Die Erschliessung innerhalb der Baustelle erfolgt über temporäre Baupisten längs der neuen Uferschutzmauer. Für den Teilersatz der Spundwand und den Neuaufbau der Holzkonstruktion ist eine Baupiste innerhalb des Geländes des Marzilibades notwendig.

2.2.4 Bereich L4: Aarstrasse (km 28.400 - 29.000)

Bauliche Massnahmen

- Vorgrundsicherung / Kolkschutz mit Blocksteinen
- Örtliche Sanierung der Uferpflasterung
- Betonabbruch Auskragung Trottoir
- HWS Mauer mit Natursteinquadern
- Strassenaushub und Ersatz Foundationsschicht
- Neugestaltung Strassen- und Fussgängerbereich Aarstrasse (nicht Teil dieses Projektes)
- Anpassung Entwässerung in Weihergasse und Aarstrasse

Die Vorgrundsicherung im ausgekolkten Uferbereich ist in einer Wassertiefe von 3 bis 4 m auszuführen. Das Versetzen der Blocksteine ist deshalb in diesem Bereich mit Pontonbetrieb vorgesehen. Die Anlieferung der Blocksteine erfolgt entlang der Aarstrasse. Die einzelnen Steine werden mit Bagger zur Einbaustelle gereicht und mit Bagger ab Ponton in die richtige Lage versetzt. Mit diesem Arbeitsvorgang kann der Schutz der bestehenden Uferpflasterung gewährleistet werden.

Die Betonkonstruktion der Trottoiraustragung entlang der Aarstrasse wird bis auf die vorgesehene Foundationstiefe der neuen Ufermauer abgebrochen. Auf die bestehende Fussplatte wird die neue HWS Mauer mit Natursteinquadern aufgebaut. Für die Ausführung der Mauer muss flussseitig ein Schutz- und Arbeitsgerüst erstellt werden. Anschliessend erfolgen der Ausbau und Ersatz der Strassenfoundation, die Pflasterungen und die Belagsarbeiten für die Neugestaltung des Strassen- und Fussgängerbereichs. Während den Wasserbau- und Mauerbauarbeiten wird die Stauhöhe des Kraftwerkes Matte um ca. 1.2 m abgesenkt.

Materialbilanz

Aushub

- Betonabbruch Trottoiraustragung	500 m ³	
- Aushub Strassenfoundation	3'000 m ³	
- Aushub für Vorgrundsicherung	2'000 m ³	5'500 m ³

Widerverwertung

- Strassenfoundation	1'000 m ³	
- Aushub Aarekies für Filtermaterial	1'500 m ³	2'500 m ³

Zutransporte

- Kies und Blöcke	4'000 m ³	
-------------------	----------------------	--

Abtransporte

- Betonabbruch	500 m ³	
- Strassenaushub	2'000 m ³	
- Aushubmaterial Vorgrundsicherung	500 m ³	3'000 m ³

Wieder zu verwendendes Aushubmaterial muss den Qualitätsanforderungen entsprechen, andernfalls muss es abgeführt werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt zur Aarstrasse erfolgt vom Mattequartier respektive vom Marzili her. Während der Ausführung ist die Durchfahrt im Baustellenbereich nur einspurig gewährleistet.

2.2.5 Bereich L5: Tych (km 29.000 - 29.090)

Bauliche Massnahmen

- Betonabbruch der bestehenden Schutzmauern
- Beton-Vorsatzschale bei der Kanalwand zur Abdichtung
- HWS Mauer mit Natursteinquadern

- HWS-Elemente / HWS-Tor
- Anheben Tychsteg
- Drainageleitung

Die bestehenden Beton-Schutzmauern und Geländer werden abgebrochen. Die bestehenden Kanalwände werden mit einer min. 10 cm dicken Vorsatzschale vorbetoniert. Anschliessend erfolgt der Maueraufbau mit Natursteinquadern.

Materialbilanz

Aushub

- | | | |
|----------------------------|--------------------|--------------------|
| - Betonabbruch best. Mauer | 100 m ³ | |
| - Strassenaushub | 200 m ³ | 300 m ³ |

Zutransporte

- | | | |
|------------------|--------------------|--|
| - Kies und Beton | 500 m ³ | |
|------------------|--------------------|--|

Abtransporte

- | | | |
|------------------|--------------------|--------------------|
| - Betonabbruch | 100 m ³ | |
| - Strassenaushub | 200 m ³ | 300 m ³ |

Das Aushubmaterial muss vollständig abgeführt werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Erschliessung der Baustelle ist über die Aarstrasse gewährleistet. Es ist mit kleineren Behinderungen in unmittelbarer Nähe der Baustelle zu rechnen. Für die Arbeiten muss der Zulaufkanal trockengelegt werden, weswegen das Kraftwerk Matte während dieser Arbeiten ausser Betrieb ist. Der Betriebsunterbruch wird mit den Arbeiten in den Baulosen L4, L5 und L6 koordiniert.

2.2.6 Bereich L6: Matte (km 29.090 - 29.750)

Bauliche Massnahmen

- Erschliessung der Baustelle mit Baupiste und Spundwand
- Abbruch und Aushubarbeiten
- Dichtwand mit Betonbohrpfählen erstellen
- Betonmauer auf Bohrpfahlwand, unterhalb der Wasserlinie eines typischen Sommerabflusses von 250 m³/s mit Kalksteinverkleidung (Vormauerung)
- Vorgrundsicherung
- Vorschüttung und Hinterfüllung der Stützmauer
- Uferböschung Pflasterung mit Gufersteinen
- Oberhalb ca. Wasserlinie von 250 m³/s Abfluss: Natursteinmauer bis zur Wasserlinie 600 m³/s (ca. HQ₁₀₀)
- Unterhaltungsweg: Fundation und Belag
- Abdichtung Fassade
- Rückbau Piste / Spundwand
- Dammbalken (= mobiler HWS) auf Natursteinmauer
- Drainageleitung
- Pumpwerk mit Zu- und Ableitung

Aufgrund der diversen baulichen Massnahmen und der langen Ausbaustrecke hat die Ausführung in 2 Etappen (zwei Bausaisons) zu erfolgen. Die erste Etappe beinhaltet alle HWS-Massnahmen zwischen km 29.120 und km 29.360 (250 m). Die 2. Etappe (Fertigstellen der Dichtwand) betrifft km 29.360 bis km 29.640 (260 m).

Die Arbeiten im Bereich Matte links werden nach der Ausführung von Los R3 (Matte rechts) ausgeführt, wobei im Bereich R3 eine teilweise Aufweitung des rechten Uferbereichs vorgesehen ist.

Der Bauvorgang hat dem optimalen Vorgehen einer Linienbaustelle Rechnung zu tragen. Aufgrund der Platzverhältnisse sind die Anzahl Zu- und Wegfahrten auf der Baupiste nur eingeschränkt möglich. Die Logistik der Baustellentransporte ist von grosser Bedeutung und muss im Bauablauf entsprechend berücksichtigt werden. Weiter ist die Hochwassergefährdung in den Sommermonaten bei der Ausführung zu berücksichtigen.

Materialbilanz

Aushub

- Betonabbruch best. Mauer	1'000 m ³	
- Aushub für Mauer und Pfahlwand	4'000 m ³	
- Bohrgut von Bohrpfahl	2'500 m ³	
- Aushub für Vorgrundsicherung	1'500 m ³	9'000 m ³

Zutransporte

- Aarekies ab Schwellenmätteli für Baupiste	3'000 m ³	
- Kies und Blöcke und Beton	9'000 m ³	12'000 m ³

Widerverwertung

- Hinterfüllen Mauer (Aarekies Baupiste)	3'000 m ³	
- Vorschüttung Mauer / Überschütten Vorgrund	1'500 m ³	4'500 m ³

Abtransporte

- Betonabbruch	1'000 m ³	
- Aushubmaterial	4'000 m ³	
- Bohrgut	2'500 m ³	7'500 m ³

Das Aushub- und Abbruchmaterial muss vollständig abgeführt werden. Das Kiesmaterial (Aarekies Baupiste und Vorgrundsicherung) ist für die Hinterfüllung und Vorschüttung der Stützmauer zu verwenden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt via Dalmaziquai zum Schwellenmätteli. Die Querung der Aare beim Schwellenmätteli ist mit einer Baupiste in Funktion einer Furt zu bewerkstelligen. Der Niedrigwasser-Abfluss der Aare ist mit Rohren zu gewährleisten.

Entlang der Ausbaustrecke ist eine Baupiste zu schütten. Zur Sicherstellung der Wasserhaltung im Baubereich ist auf der ganzen Länge der Baupiste eine temporäre Spundwand

vorgesehen. Für das Schüttmaterial der Baupiste kann abgelagertes Kiesmaterial vom Schwellenmätteli entnommen werden. Beim Rückbau der Baupiste ist das Kiesmaterial direkt für die Hinterfüllung der Stützmauer zu verwenden. Entlang der Ausbaustrecke sind 1 bis 2 Wendemöglichkeiten für LKW zu schaffen. Eine weitere bedingt mögliche Zufahrt zur Baustelle besteht über die Wasserwerksgasse (Mattequartier).

Im Bereich Auslaufkanal Kraftwerk Matte muss das Kraftwerk während der Arbeiten ausser Betrieb sein. Der Betriebsunterbruch wird mit den Arbeiten in den Baulosen L4, L5 und L6 koordiniert. Der Bauabschnitt unterhalb des Kraftwerkauslaufes ist gleichzeitig mit dem Tych in einem Winterbauhalbjahr zu erstellen, damit der Betriebsunterbruch des Kraftwerks minimal gehalten werden kann.

2.2.7 Bereich L7: Münsterbauhütte (km 29.750 - 30.100)

Bauliche Massnahmen

- Örtliche Vorgrundsicherung / Sanierungsarbeiten Böschung
- Best. Ufermauer sanieren
- Vorsatzschale Abdichtung Fassade Pelikanhaus
- Abdichtung Fassaden
- HWS Mauer aus Natursteinen
- Uferweg
- Mobiler HWS
- Drainageleitung / Anpassung Entwässerung

Für den Hochwasserschutz sind objektbezogene Massnahmen im Rahmen von Fassadenabdichtungen geplant.

Materialbilanz

Aushub

- | | | |
|--------------------------------|--------------------|--|
| - Aushub für Mauer und Fussweg | 850 m ³ | |
|--------------------------------|--------------------|--|

Widerverwertung

- | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| - Hinterfüllen Mauer | 250 m ³ | |
| - Geländeanpassung bei L8 (km 30.200) | 500 m ³ | 750 m ³ |

Zutransporte

- | | | |
|------------------|--------------------|--|
| - Kies und Beton | 500 m ³ | |
|------------------|--------------------|--|

Abtransporte

- | | | |
|------------------|--------------------|--|
| - Aushubmaterial | 100 m ³ | |
|------------------|--------------------|--|

Das meiste Aushubmaterial kann vor Ort für Geländeanpassungen genutzt werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Zufahrt ist via Matte - Langmauerweg gewährleistet. Die Erschliessung für den Bau der neuen Uferschutzmauer ist mit einer temporären Baupiste vorgesehen. Die Abdichtungsmassnahmen an Fassaden sind bei tiefem Wasserstand auszuführen.

2.2.8 Bereich L8: Schütte (km 30.100 - 32.600)

Bauliche Massnahmen

- Lokale Vorgrundsicherung
- Lokale Sanierungsarbeiten Böschung

Materialbilanz

Aushub

- | | | |
|---|----------------------|----------------------|
| - Aushub für Erneuerung Vorgrundsicherung | 2'500 m ³ | |
| - Betonabbruch Plattenverbau | 500 m ³ | 3'000 m ³ |

Widerverwertung

- | | | |
|-------------------|----------------------|--|
| - Kies und Blöcke | 2'000 m ³ | |
|-------------------|----------------------|--|

Zutransporte

- | | | |
|---|--------------------|--|
| - | 300 m ³ | |
|---|--------------------|--|

Abtransporte

- | | | |
|------------------------------|--------------------|----------------------|
| - Aushubmaterial sauber | 500 m ³ | |
| - Betonabbruch Plattenverbau | 500 m ³ | 1'000 m ³ |

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über den Langmauerweg. Eine Erschliessung innerhalb der Baustelle ist nicht vorgesehen, da nur örtliche Sanierungsarbeiten vorgesehen sind. Die Transporte erfolgen ausschliesslich mit Kleingeräten über den bestehenden Fussweg.

2.2.9 Bereich R1: Dählhölzli (km 26.600 - 27.570)

Bauliche Massnahmen

- Einzelne kleine Reparaturen des Böschungsfusses
- Einbau lokale Uferstrukturierung
- Lokale Massnahmen Entwässerungsschächte

Materialbilanz

In diesem Bereich gibt es nur einzelne kleine Reparaturen des Böschungsfusses, darum wird es keine grossen Verschiebungen geben.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über den Dalmaziquai. Eine Erschliessung innerhalb der Baustelle ist nicht vorgesehen, da nur örtliche Reparaturen und lokale Uferstrukturierungen vorgesehen sind.

2.2.10 Bereich R2: Dalmaziquai (km 27.570 - 28.400)

Bauliche Massnahmen

- Erneuern Vorgrundsicherung wo nötig
- HWS Mauer aus Natursteinquadern
- Mobile HWS-Elemente bei Brücke Dalmazibach
- Verschalung Dalmazibrücke
- Drainageleitung

- Anpassung Strassenentwässerung Dalmaziquai
- Kanalisation in Dalmazirain

Materialbilanz

Aushub

- | | | |
|---|----------------------|----------------------|
| - Aushub für Erneuerung Vorgrundsicherung | 7'000 m ³ | |
| - Aushub für Mauerfundament | 900 m ³ | 7'900 m ³ |

Widerverwertung

- | | | |
|--|--------------------|--|
| - Aushubmaterial links und rechts vom Mauerfundament | 600 m ³ | |
|--|--------------------|--|

Zutransporte

- | | | |
|-------------------|----------------------|--|
| - Kies und Blöcke | 2'000 m ³ | |
|-------------------|----------------------|--|

Abtransporte

- | | | |
|-------------------------|----------------------|----------------------|
| - Aushubmaterial sauber | 2'600 m ³ | |
| - Strassenaushub | 300 m ³ | 2'900 m ³ |

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über den Dalmaziquai. Die Arbeiten werden vom Ufer her ausgeführt.

2.2.11 Bereich R3: Matte rechts (km 28.400 - 29.750)

Bauliche Massnahmen

- Erstellen Baupiste
- Teilweise Aufwertung rechtes Ufer mit Böschungsabflachung und Ufernissen im Bereich Schwellenmätteli
- Sanierungsarbeiten Böschung (Platten durch fugenlosen Blocksatz ersetzen)
- ~~HWS Mauer Felsenburg aus Beton (Struktur aufgelöste Brüstung)~~
- **Mobile HWS-Elemente**
- Erneuern Vorgrundsicherung
- Erneuern Mauerfundation
- Bau Fischunterstand
- Rückbau Baupiste

Materialbilanz

Aushub

- Aushub für Aufweitung und Ufernischen	15'000 m ³	
- Betonabbruch Plattenverbau	500 m ³	15'500 m ³

Widerverwertung

- Kies und Blöcke für Baupiste	7'000 m ³	
- Aushubmaterial links und rechts vom Mauerfundament	360 m ³	7'360 m ³

Zutransporte

- Kies und Blöcke	17'000 m ³	
-------------------	-----------------------	--

Abtransporte

- Aushubmaterial sauber	8'000 m ³	
- Betonabbruch Plattenverbau	500 m ³	
- Rückbau Baupiste (Abtransport Kies aus Schwellenmätteli)	9'500 m ³	18'000 m ³

Das Schüttmaterial für den temporären Damm kann direkt vor Ort aus den Geschiebeablagerungen im Schwellenmätteli entnommen werden.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über den Dalmaziquai. Ab dem Schwellenmätteli wird temporär im Fliessquerschnitt ein Damm geschüttet, welcher als Zufahrt, Bau- und Transportpiste dient.

2.2.12 Bereich R4: Altenberg (km 29.750 - 32.600)

Bauliche Massnahmen

- Erstellen Baupiste
- Sanierungsarbeiten Böschung (Platten durch fugenlosen Blocksatz ersetzen)
- HWS Mauer (Neubau), teilweise Beton mit Natursteinverblendung, teilweise mit Natursteinquadern
- HWS Mauer (Erhöhung bestehende Mauern), Beton mit Natursteinverblendung
- Erneuern Vorgrundsicherung und Mauerfundament
- Mobiler HWS
- Sanierung Uferplatten wo nötig
- Rückbau Baupiste
- Drainageleitung
- Anbau Pumpwerk mit Zu- und Ableitungen

Materialbilanz

Aushub

- Strassenaushub	2'000 m ³	
- Aushub für Mauerfundamente	8'000 m ³	
- Aushub für Vorgrundsicherung	9'000 m ³	
- Aushub resp. Betonabbruch Plattenverbau	5'000 m ³	24'000 m ³

Widerverwertung

- Kies und Blöcke	6'000 m ³	
- Aushubmaterial links und rechts vom Mauerfundament	2'000 m ³	8'000 m ³

Zutransporte

- Kies und Blöcke	3'000 m ³
-------------------	----------------------

Abtransporte

- Strassenaushub	2'000 m ³	
- Aushub für Mauerfundamente	6'000 m ³	
- Aushub für Vorgrundsicherung	3'000 m ³	
- Betonabbruch Plattenverbau	5'000 m ³	16'000 m ³

Der grösste Teil des anfallenden Aushubmaterials muss abgeführt werden. Dies gilt insbesondere für das Aushubmaterial bei der Wegabsenkung aus dem Neophyten-Perimeter. Das Neophyten-Aushubmaterial darf nicht zwischengelagert werden und muss separat entsorgt werden. Auf eine komplette Sanierung der Neophyten-Standorte wird jedoch verzichtet. Die Uferböschung sowie die Vorgrundsicherung werden dort wo nötig repariert.

Zufahrt und Erschliessung

Die Baustellenzufahrt erfolgt über die Altenbergstrasse. Im Bereich der Linkskurve mit ca. 8 m hohen Mauern wird ein Damm geschüttet und mit einer Spundwand gesichert (Prallhang). Unterhalb der Linkskurve wird der Materialtransport mit Kleingeräten über den Uferweg realisiert. Da der Uferweg sehr schmal ist, werden die Fussgänger während der Bauphase entlang der Altenbergstrasse umgeleitet. Während der Arbeiten am Altenbergsteg ermöglicht ein provisorischer Fussgängersteg die Querung der Aare.

2.3 Richtbauprogramm

Der Zeitplan kann Kapitel 1.8.1 (Teil I) entnommen werden. Angaben zum Bauvorgang sind im nachfolgenden Richtbauprogramm enthalten.

Das Richtbauprogramm priorisiert diejenigen Bereiche, welche das höchste Schadenspotential aufweisen. Der Start erfolgt somit in den Abschnitten Matte und Marzili. Das Richtbauprogramm berücksichtigte zudem auch Aspekte wie Baustellenzufahrt, Wasserführung der Aare sowie Ressourcenbedarf (finanziell, personell).

Projektrisiken in der Bauphase wie übermässig starke Winterhochwasser der Aare (d.h. über 250 m³/s Abfluss), starke und lang andauernde Frostphasen etc. können zur Folge haben, dass ein Bauabschnitt nicht in einem Winter realisiert werden kann und im Folgewinter fertig zu stellen ist. Das Bauprogramm ist jeweils nach Abschluss eines Winterbaubauschnittes zu aktualisieren.

Abbildung 11: Richtprogramm linke Uferseite.

HWS Bern, Aare / Richtbauprogramm für Teilprojekte Wasserbau und Siedlungsentwässerung					
Baulos	Bezeichnung	Abschnittslänge	Baukosten pro Teilprojekt	Stand: 15.02.18	Jahr 1 Aug Sept Okt Nov Dez Jahr 2 Jan Feb Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez Jahr 3 Jan Feb Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez Jahr 4 Jan Feb Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez Jahr 5 Jan Febr Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez Jahr 6 Jan Febr Mrz April Mai Juni Juli Aug Sept Okt Nov Dez
R1	Dahlholzli	840 m 50 m 50 m	WB+SE: 0.4 Mio Erneuerung Böschungsfuss San. Böschung		
R2	Dalmaziquai	820 m	WB: 1.4 Mio		
Ausführung in 2 Etappen (von km 27.78 (Auslauf Dalmazibach) - 28.40 / 27.57 - 27.78)					
		250 m	Vorgrundsicherung		
		800 m	Uferstrukturierung lokal		
		490 m	San. Böschung		
		280 m	HWS Mauer / Verkleidung		
			Dalmazibrücke		
			SE: 2.3 Mio		
			Einleitstellen in Aare		
			Strassenentwässerung Dalmaziquai		
			Mischabwasserkanal mit Regenüberlauf Dalmazirain		
			Mischabwasserkanal: Querung Kirchenfeldstrasse		
R3	Matte rechts	1400 m 750 m 220 m 145 m 375 m 160 m 750 m	WB: 3.9 Mio Baupiste Vorgrundsicherung Aufwertung Ufer San. Böschung Vorgrundsicherung Instandst. Mauer Rückbau Baupiste Klosterli: Abdichtung Liegenschaften		
R4	Altenberg	2850 m	WB: 6.7 Mio		
Ausführung in 3 Etappen (von km 30.25 - 30.55 / 29.95 - 30.25; 30.55-Stauwehr / 29.75 - 29.25)					
		300 m	Spundwand / Piste		
		600 m	Piste ohne Spundwand		
		360 m	Vorgrundsicherung		
		700 m	Betonplatten d. Gufer st. ersetzen		
		100 m	Ufermauer sanieren		
		220 m	Wegabsenkung		
		850 m	HWS Mauer / Verkleidung		
		900 m	Rückbau Baupisten		
			SE: 4.6 Mio		
			Unterhalb Altenbergsteg		
			Abdichtung Trafostation		
			Fassadenabdichtung		
			Altenbergstrasse		
			Einleitstelle Regenabwasserleitung		
			Regenabwasserleitung-Leitung		
			Regenüberlauf und Hauptzuleitung		
			Einleitstelle Regenüberlauf		
			Deckbelag / Instandstellung		

Abbildung 12: Richtbauprogramm rechte Uferseite.

3 Überlast

3.1 Ausgangslage

Es ist davon auszugehen, dass Abflüsse auftreten können, die grösser sind als die definierten Bemessungsabflüsse oder dass mehr Schwemmholz in den Projektperimeter eingetragen wird, als für das Bemessungsereignis angenommen wurde. In diesem Fall werden begrenzte Schäden akzeptiert, ein grossräumiges Systemversagen mit unkontrollierten Ausuferungen ist hingegen zwingend zu vermeiden.

Um das Verhalten bei Überlast zu prüfen, wurden neben den der Gefahrenbeurteilung zu Grunde liegenden Szenarien zusätzliche Überlastszenarien untersucht (vgl. Tabelle 12). Diese Szenarien wurden anlässlich der Sitzung vom 28.08.2014 verabschiedet. Die Szenarien für die Gefahrenbeurteilung nach Massnahmen sind in einem separaten Bericht zum Projektdossier dokumentiert (Beilage C.4.4).

Tabelle 12: Übersicht der verwendeten Szenarien zur Analyse des Verhaltens bei Überlast.

Szenario Bezeichnung	Typ	Q_{\max}	HQ_x	P-Q-Beziehung Schwellenmätteli	Verklauung Untertorbrücke
U1	Überlast	720 m ³ /s	1000	1/3 verlegt	keine
U2	Überlast	700 m ³ /s	ca. 500	2/3 verlegt	keine
U3	Überlast	700 m ³ /s	ca. 500	1/3 verlegt	ein Feld

3.2 Überlastszenarien

3.2.1 Überlast U1: Abflussspitze HQ_{1000}

Der Einfluss der höheren Abflussspitze wirkt sich auf den gesamten Projektperimeter aus. Die Wasserspiegellagen eines HQ_{1000} (720 m³/s) liegen 0.3 bis 1.1 m höher als im Szenario 600, wobei die durchschnittliche Erhöhung 0.5 m beträgt. Verglichen mit Szenario 700 liegen die Wasserspiegel lediglich rund 0.1 m höher. Die grössten Differenzen können auf dem untersten Modellabschnitt im Oberwasser des Wehrs Engehalde festgestellt werden, was hauptsächlich auf die Pegel-Abflussbeziehung beim Wehr zurückzuführen ist. Auf dem Abschnitt Schönauf bis Schwellenmätteli werden die Wasserspiegel durch die höhere Abflussmenge um 0.3 bis 0.5 m gegenüber Szenario 600 angehoben. In der Matte und im Altenberg liegt der Unterschied im Bereich von 0.5 m.

3.2.2 Überlast U2: Verklauung Schwellenmätteli

Die Resultate werden mit dem Szenario 700 verglichen, welches die gleiche Abflussspitze aufweist, wie das Überlastszenario U2. Dadurch kann der Einfluss des um 2/3 verlegten Wehrs auf das Schwellenmätteli zu einem um 1/3 verlegten Wehr direkt quantifiziert werden.

Eine zusätzliche Verlegung des Wehrs im Schwellenmätteli durch Schwemmholz wirkt sich lediglich im Oberwasser aus. Unmittelbar oberhalb des Wehrs entlang der Aarstrasse bis zur Dalmazibrücke ist die Erhöhung der Wasserspiegellage mit rund 0.15 m am grössten. Ab dem Marzilibad (km 28.070) nimmt der Einfluss flussaufwärts der Aare kontinuierlich ab. Die Auswirkungen sind bis unterhalb des Schönaustegs (km 27.334) feststellbar.

Der grössere Rückstau oberhalb des Wehrs führt zu zusätzlichen Auflandungen gegenüber Szenario 700 von 0.1 bis 0.2 m im Abschnitt vom Marzilibad bis zum Wehr.

3.2.3 Überlast U3: Verklausung Untertorbrücke

Die Resultate werden mit dem Szenario 700 verglichen, welches den gleichen Spitzenabfluss aufweist wie das Überlastszenario U3. Dadurch können der Einflussbereich einer Teilverklausung an der Untertorbrücke abgegrenzt und die Auswirkungen quantifiziert werden.

Eine Verklausung der Untertorbrücke durch Schwemmholz (1 Feld) wirkt sich auf den gesamten Abschnitt zwischen Schwellenmätteli und Untertorbrücke aus. Die Erhöhung liegt im Bereich von knapp 0.2 m und nimmt flussaufwärts leicht ab. Die Sohle in der Matte erodiert tendenziell weniger, resp. landet stärker auf, so dass die Sohlenlage im Vergleich zum Szenario 700 etwas höher liegt (bis zu 20 cm). Im Brückenquerschnitt werden lokal Erosionen von über 2 m berechnet. Aus diesem Grund liegt die Sohle im Unterwasser der Untertorbrücke zum Zeitpunkt der Abflussspitze um bis zu 0.5 m höher als während den Szenarien „700“ und U2 mit den gleichen Abflussmengen. Dieser Effekt wirkt sich bis zur Lorrainebrücke aus, nimmt jedoch Aareabwärts ab.

Die Wasserspiegellagen oberwasserseitig der Untertorbrücke wurden in untenstehendem Bild (Abbildung 13) visualisiert. Die Lage der Hochwasserpegel von 2005 und 2015 wurde anhand von Fotos lokalisiert und ebenfalls im Bild dargestellt. Die berechneten Wasserspiegellagen scheinen plausibel und konnten durch die Hochwasserspuren überprüft werden.

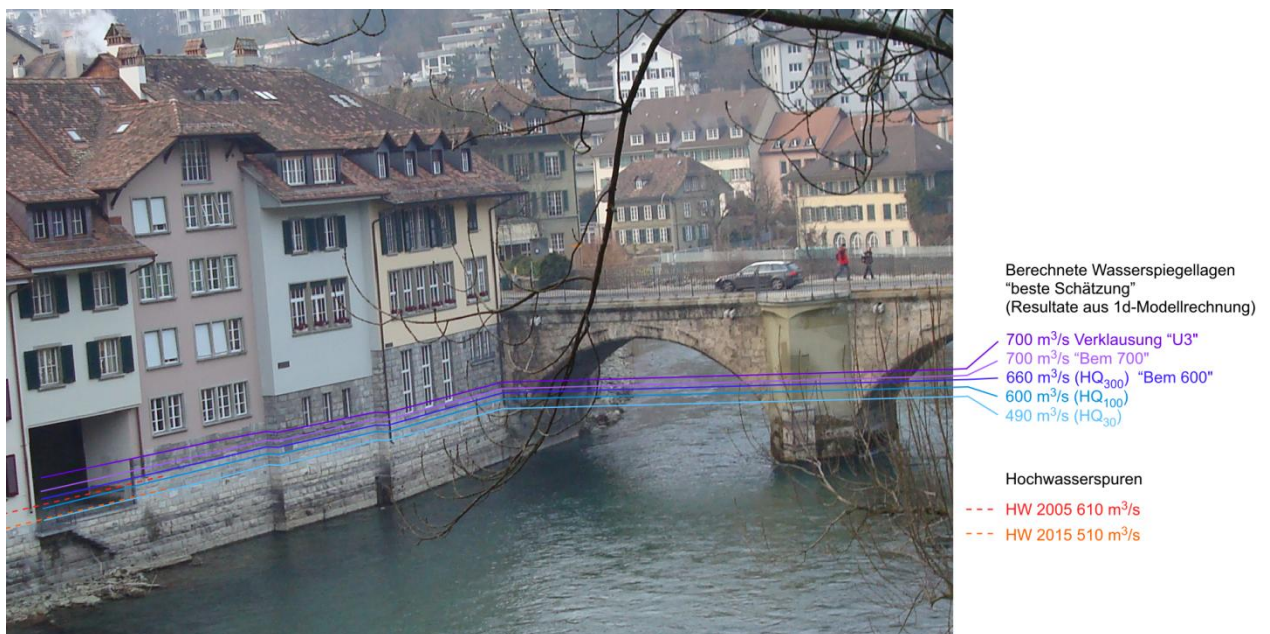


Abbildung 13: Visualisierung der berechneten Wasserspiegellagen aus den 1d-Modellrechnungen und Hochwasserspuren im Oberwasser der Untertorbrücke.

3.3 Verhalten und Massnahmen bei Überlast

Die Bewältigung des Überlastfalls z.B. über ausgeschiedene Flutkorridore ist im Projektperimeter nicht möglich bzw. praktisch nicht wirksam: Zwar findet eine Umströmung der

Matteschwelle über den Sportplatz des Kirchenfeld-Gymnasiums statt, diese führt aber zu keiner feststellbaren Reduktion der Abflusshöhen entlang der Aarstrasse und des Tychs.

Die Überlastung des Hochwasserschutz-Systems bzw. der einzelnen Schutzbauten - sei dies durch Abflüsse, die über dem Bemessungs- bzw. dem Extrem-Abfluss liegen oder infolge des Wasserspiegelanstiegs durch Verklausungen von Engstellen (Brückenfelder, Teile der Wehrschwelle) - führt deshalb zu Ausuferungen in die ausserhalb der Schutzbauten gelegenen Räume. Mit einer Überlast-Situation wird wie folgt umgegangen:

- (a) Die gefährdeten Räume und Zonen werden mittels den Intensitäts- und Gefahrenkarten nach Massnahmen ausgewiesen.
- (b) Es werden durch die Interventionskräfte temporäre mobile Schutzmassnahmen bei den besonders beeinträchtigten Objekten bzw. Werten geplant und installiert.
- (c) Ab vorbereiteten Interventionsplätzen wird gewährleistet, dass eine Verklausung der Matteschwelle und der Untertorbrücke verhindert oder im schlimmsten Fall reduziert werden kann.
- (d) Die Schutzbauten sind überströmbar ausgebildet (dies ist bei Sandsteinmauern und den flachen Terrainanpassungen ohnehin gegeben).
- (e) Um den Tych wird die linksufrige Mauerkrone zwischen Fussgängersteg und Einlauf Matte-Kraftwerk 10 cm tiefer ausgebildet. Mit dieser Massnahme kann die Überflutungsfläche in der Matte minimiert und auf den Bereich linksseitig des Matte-Kraftwerks konzentriert werden.
- (f) Es wird mit baulichen und betrieblichen Massnahmen sichergestellt, dass die gefluteten Räume schnellstmöglich wieder entleert werden können (via feste Pumpwerke bzw. mit mobilen Pumpen).

3.4 Einfluss Stollen Thun

Die Wirkung des Hochwasserentlastungsstollens Thun auf die Hochwasserspitzen in Bern wurde bereits vor dessen Erstellung vorabgeklärt und im Zuge der Erarbeitung des Betriebsreglements des Stollens in den Jahren 2007 und 2008 weiter vertieft. Ein Produkt dieser Abklärungen war u.a. der Artikel 7, Schutz der Unterlieger, des heute gültigen Betriebsreglements vom 10.03.2008. Festzuhalten ist, dass der Entlastungsstollen helfen kann und helfen soll, Extremabflüsse aus dem Einzugsgebiet der Aare zu mindern. Je nach meteorologischer und hydrologischer Situation sowie je nach Verhalten der Zwischeneinzugsgebiete können Extremabflüsse in Bern, die zu Überlastfällen führen, trotzdem nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Es darf aber davon ausgegangen werden, dass deren Eintretenswahrscheinlichkeit mit dem Stollen Thun deutlich gesunken ist.

Das hinsichtlich der Reduktion von Extremabflüssen günstige Verhalten des Stollens Thun bedingt aber, dass der Thunersee als Rückhaltebecken besser bewirtschaftet werden kann. Dies hat zur Folge, dass vor erwarteten und prognostizierten Extremzuflüssen der See vorabzusenken ist, was durch eine Erhöhung des Aareabflusses geschieht. Mittel- und längerfristig, d.h. nach Realisierung der Hochwasserschutzmassnahmen zwischen Thun und Bern, wird vom Kanton Bern angestrebt, den Aareabfluss als Vorsorgemassnahme vor einem Ereignis bis auf maximal 550 m³/s erhöhen zu können. Diese Forderung bedingt, dass durch die Stadt Bern, bzw. durch den Projektperimeter Abflüsse bis 550 m³/s nach Möglichkeit weitgehend schadlos abgeführt werden können. Mit dem vorliegenden Wasserbauplan wird dieser Anforderung des Kantons Bern weitgehend genüge getan. Zu beachten ist, dass aufgrund des aus Kosten-Nutzen-Überlegungen gewählten Schutzziels

„begrenzter Schutz bis 600 m³/s (mit und ohne mobile Massnahmen) von der Untertorbrücke bis zum Pumpwerk Altenberg und unterhalb des Pumpwerks Altenberg Altenbergstegs für die Abflussmenge von 550 m³/s kein Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen gewährleistet werden kann. ~~ein reduziertes Freibord von 30 cm gewährleistet werden kann. Damit kann das erforderliche Freibord aufgrund von Unschärfen in der Bestimmung der Wasserspiegellage, nicht aber das erforderliche Freibord aufgrund von Wellenbildung und Rückstau an Hindernissen abgedeckt werden.~~

Entsprechend können für den Abschnitt Altenbergsteg bis botanischer Garten lokale Ausuferungen z.B. infolge Wellenschlag oder Rückstau an Hindernissen nicht ausgeschlossen werden. Der Verzicht auf einen Arealschutz unterhalb der Lorrainebrücke bedeutet, dass bei 550 m³/s zwischen Lorraine und dem Wehr Engehalde Ausuferungen auftreten werden. Der für die Thunersee-Regulierung angestrebte Maximaldurchfluss in Bern von 550 m³/s sollte deshalb ausschliesslich zur Bewältigung erwarteter Extremsituationen Anwendung finden.

4 Verbleibende Gefahren und Risiken

4.1 Verbleibende Gefahren nach Massnahmen

Der Entwurf der Gefahrenkarte unter Berücksichtigung der projektierten Massnahmen für den Prozess Wasser ist in Abbildung dargestellt.

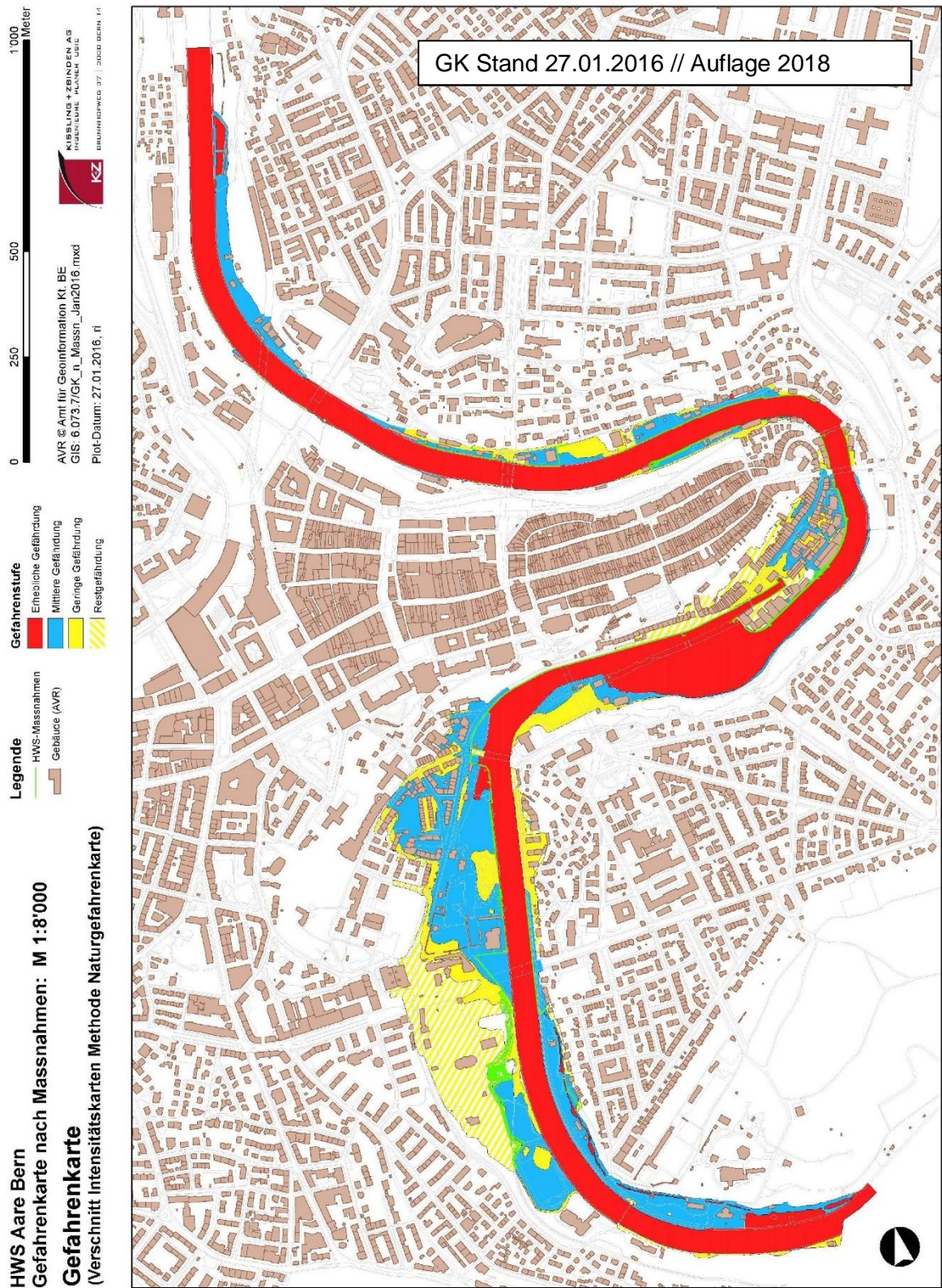


Abbildung 14A: Entwurf Gefahrenkarte nach Massnahmen für den Prozess Wasser. **Stand 2016**

GK Stand 29.09.2020 // Auflage 2021

Abbildung 14B: Entwurf Gefahrenkarte nach Massnahmen für den Prozess Wasser. Stand 2020

Die Gefahren- und Intensitätskarten sowie die Erläuterungen können der Beilage C.4.4 entnommen werden. In der eigentlichen Gefahrenkarte, welche eine Grundlage für die Raumplanung ist, können mobile Massnahmen sowie Interventionen zur Holzentnahme nicht berücksichtigt werden. In Bezug auf die Risikoanalyse ist jedoch eine Berücksichti-

gung dieser Punkte möglich. Aus diesem Grund wurden Intensitätskarten nach der Methode „Naturgefahrenkarte“ sowie Methode „Risikoanalyse“ erstellt. Für den eigentlichen Entwurf der Gefahrenkarte nach Massnahmen (vgl. **Abbildung 14B**) wurden die Intensitätskarten nach der Methode Naturgefahrenkarte verwendet.

In den vorgesehenen Hochwasserschutzmassnahmen wird die Matte mit fixen Massnahmen bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser und mit mobilen Massnahmen bis zu einem 300-jährlichen Hochwasser geschützt. Da solche mobilen Schutzelemente in der Gefahrenkarte aber nicht berücksichtigt werden dürfen, weist die Matte auch nach dem Bau der erwähnten Mauer immer noch eine mittlere Gefährdung (blau) aus, was in etwa einem "Bauen unter Auflagen" entspricht.

Die Auflagen in der blauen Zone werden, gemäss kantonaler Bewilligungspraxis, jeweils wie Objektschutz betrachtet, sodass der Schutz auf ein 300-jährliches Ereignis ausgelegt werden muss. Mit den in der Matte vorgesehenen Schutzmassnahmen wird der 300-jährliche Schutz als Arealschutz gewährleistet, es werden deshalb für Gebäude in der blauen Zone keine weiteren Schutzmassnahmen verlangt.

Aufgrund des 300-jährlichen Arealschutzes um die Matte schliesst die aktuelle Bewilligungspraxis nicht mehr aus, dass neue Objekte und Nutzungen in der blauen Zone der Matte (Gefahrenkarte nach Massnahmen) bewilligt werden, welche zu „nicht akzeptablen Risiken“ führen.

Für den Umgang mit diesen "nicht akzeptablen Risiken" wird auf das Dokument «Risikobegrenzung Hochwasser im Quartier Matte» (Beilage C.4.5 verwiesen). Der Entscheid für eine Ergänzung der Bauordnung erfolgt nicht mit dem vorliegenden Wasserbauplan. Über eine allfällige Ergänzung der Bauordnung wird erst nach dem Wasserbauplan entschieden.

4.2 Umsetzung in der Richt- und Nutzungsplanung

Nach dem Abschluss der baulichen Massnahmen ist die Gefahrenkarte unter Berücksichtigung der neu erstellten Schutzbauten zu überarbeiten. Anschliessend folgt die Erarbeitung des Gefahrenzonenplans. Liegen auch nach Massnahmen noch Bereiche im blauen oder sogar roten Gefahrenbereich, so wird es nach wie vor Auflagen bei Neu- und Umbauten geben.

4.3 Schadenpotentiale und Risiken nach Massnahmen, Kostenwirksamkeit

Mit dem Vorprojekt [5] wurde auch das Schadenpotenzial zur Bestimmung der Kostenwirksamkeit für fünf Perimeter (Altenberg, Dalmazi, Langmauer, Marzili und Matte) detailliert erhoben und mit EconoMe 1.0 ausgewertet. Im Rahmen des vorliegenden Wasserbauplans wurden die bereits erfassten Objekte auf EconoMe 4.0 migriert und plausibilisiert. Die Linienobjekte wie Abwasser, Wasser, Gas, Fernwärme, Strom und Telekommunikation wurden im Rahmen der Überarbeitung neu erfasst und ausgewertet.

Zur Bestimmung des Schadenausmasses standen die Intensitätskarten der Gefahrenkarte Aareraum der Stadt Bern vom September 2008 [21], sowie die Intensitätskarten zum Wasserbauplan vom Januar 2016 zur Verfügung. Eine Analyse der unterschiedlichen Intensi-

tätskarten hat gezeigt, dass aufgrund der veränderten Beurteilungsmethoden, insbesondere zur Bestimmung des massgebenden Freibordes, die Intensitätskarten nicht vergleichbar sind. Im Zusammenhang mit dem Wasserbauplan wurden deshalb auch die Intensitätskarten für den Ist-Zustand neu erstellt und für die Berechnung der Kosteneffizienz berücksichtigt [15].

5 Notfallplanung

Die Berufsfeuerwehr der Stadt Bern verfügt bereits heute über eine sehr detaillierte Notfallplanung zur Bewältigung von Hochwassersituationen an der Aare. Aus diesem Grund wird die bestehende Notfallplanung gemäss dem Fortschritt der Bauarbeiten in den einzelnen Abschnitten während der Bauphase angepasst und anschliessend für den Zustand nach Massnahmen für das ganze Gemeindegebiet in das Schema der Notfallplanung Kanton Bern überführt.

6 Projektauswirkungen

6.1 Umweltverträglichkeitsbericht (UVB)

Die Projektauswirkungen in Bezug auf die Umwelt sind im UVB (Beilage C.6.1) dargestellt. Die vorgesehenen Hochwasserschutzmassnahmen wirken sich insbesondere in den Umweltbereichen Grundwasser, Oberflächengewässer, Flora / Fauna / Lebensräume sowie Landschafts- und Ortsbildschutz aus. Das Projekt kann unter Einhaltung der vorgegebenen Massnahmen für alle Umweltbereiche grundsätzlich als umweltverträglich beurteilt werden.

6.2 Geschützte Bausubstanz und Städtebau

Das Hochwasserschutzprojekt lehnt sich grösstenteils an die heutige Situation an. In der Matte werden die Zonen zwischen den Häusern und dem Wasser resp. der Mauer der Öffentlichkeit nicht zur Verfügung gestellt. Sie dienen als Zugang für Interventionen, namentlich dem Montieren der mobilen Dammbalkensysteme und für die Lagerung derselben. Der historisch enge räumliche Bezug zwischen Wasser und Quartier wird nicht wiederhergestellt. Nur vereinzelt führen Treppen auf die Kiesbank hinunter.

In Bezug auf die durch Hochwasser bedrohte Bausubstanz in der Matte legt das Hochwasserschutzprojekt die vorhandene Bausubstanz trocken und bewahrt diese vor regelmässiger Durchfeuchtung, auch vom Untergrund her. Dadurch erhält die wertvolle historische Bausubstanz eine neue, langfristige Perspektive, die nicht von unabwägbaren Faktoren abhängig ist.

Flächendeckende Eingriffe an Bauten bleiben für das Bild der Aussenräume nicht folgenlos. Sie betreffen besonders die Übergänge zwischen öffentlichem Raum und Häusern, Fassaden, Hausumgebungen. Das Projekt Hochwasserschutz schont diese, indem es mit gezielten Massnahmen abseits der Bauten und Oberflächen interveniert. Die Hochwasserschutzmassnahmen nehmen Rücksicht darauf, dass die bekannten und beliebten Ausblicke vom Quartier auf das Wasser nicht durch Mauern gestört werden, die höher sind als normale Brüstungen.

6.3 Nutzungen

Das Projekt Hochwasserschutz bezieht in der Grundsatzfrage zur einzuschlagenden Strategie eine klare Position: Der Werterhalt der Liegenschaften (Ausnahme bildet das Dalmaziquartier und der Altenberg ~~unterhalb Altenbergsteg~~) soll gesichert und möglichst breite Nutzungsoptionen sollen offen gehalten werden, indem das Schadensrisiko reduziert wird. Schutzmassnahmen am Einzelobjekt würden in Alarmsituationen einen Teil der Handlungsverantwortung auf die AnwohnerInnen abwälzen und von diesen entsprechende Dispositive verlangen.

Mit den vorgesehenen Massnahmen in der Matte, bestehend aus einer festen Mauer im unteren Bereich und einer aufgesetzten mobilen Massnahme, verbleiben grosse Bereiche des Mattequartiers im blauen Gefahrenbereich, da mobile Massnahmen in der Gefahrenkarte nicht berücksichtigt werden können. Auflagen bei Bauvorhaben werden daher weiterhin gelten und eine uneingeschränkte Entwicklung ist nicht möglich. Durch die Auslegung der mobilen Massnahmen auf einen vollständigen Schutz bei einem 300-jährlichen Ereignis sowie der Installation durch die Berufsfeuerwehr kann jedoch der Arealschutz für das gesamte Quartier sichergestellt werden. Dies heisst insbesondere, dass im Mattequartier die baulichen Auflagen bei Bauvorhaben im blauen Gefahrenbereich durch die mobilen Massnahmen entlang des Ufers abgedeckt und nicht je Objekt sichergestellt werden müssen.

In den Bereichen mit reduzierten Schutzzielen (Dalmaziquai sowie Altenberg ~~unten~~) sind bei Abflüssen $> 550 \text{ m}^3/\text{s}$ lokal resp. bei Abflüssen $> 600 \text{ m}^3/\text{s}$ ausgedehntere Ausuferungen nicht auszuschliessen. Objektschutzmassnahmen in diesen Quartieren sowie in den Bereichen Eichholz (L1), Schütte (L8), Dählhölzli (R1), Dalmaziquai (R2), Matte rechts (R3) und Altenberg unterhalb Altenbergsteg (R4) sind keine vorgesehen und obliegen dem Eigentümer.

6.4 Gewässerschutzbereiche und belastete Standorte

Gewässerschutzbereiche sowie belastete Standorte werden in den Berichten zu den Quartieren (Teil II des Technischen Berichtes) sowie im UVB (Beilage C.6.1) behandelt.

6.5 Rodungen und Ersatzaufforstungen

In der Matte rechts erfolgt die Sanierung der Uferböschung im Wald. Im Bereich der Dampfzentrale wird ein Hochwasserschutzerdamm am Waldrand erstellt. Hier erfolgt eine temporäre Rodung, der neue Damm wird bepflanzt. Ersatzaufforstungen sind daher nicht notwendig (Beilage B.6.1). Die neue Bestockung muss durch periodisches Ausholzen zur Erhaltung der maximalen Höhe und des maximalen Durchmessers der Gehölze gepflegt werden.

6.6 Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen

Im Uferbereich sind grossräumige Sanierungsmassnahmen notwendig. Die vorgesehene Ufergestaltung ist auf dem Plan zur Aareraumgestaltung Stadt Bern (Beilage C.1.4) ersichtlich. Grundsätzlich wurden drei Ufer- und Böschungstypen definiert:

- Typ 1: Bestand belassen, wo nötig sanieren
- Typ 2: Bestand belassen, wo nötig sanieren und mit Strukturierungselementen ergänzen (je nach Situation Steingruppen, Mikrobuhnen, Baumstrunke)

- Typ 3: Neues „städtisches“ Aareufer bestehend aus einem rauen, formwildem Blockwurf (unterhalb Wasserspiegel $Q_{160} \approx 120 \text{ m}^3/\text{s}$) sowie oberhalb aus geometrischem, plattigem Naturstein-Blocksatz.

Strukturierungs- und Renaturierungsmassnahmen sind in den folgenden Bereichen vorgesehen:

- Gaswerk (L2): Renaturierung durch Aufweitung und Abflachung der Böschung, ingenieurbologische Ufersicherung mit Totholz
- Aarstrasse (L4): lokaler Einbau von Störsteinen
- Matte (L6): Mikro- / Fischbuhnen, Kiesbänke im Böschungsfussbereich
- Münsterbauhütte (L7) und Schütte (L8): lokal Wurzelstöcke/ -teller, Störsteine und Lenkbuhnen
- Dalmaziquai (R2): lokal Wurzelstöcke/ -teller, Störsteine und Lenkbuhnen
- Matte rechts (R3, Englische Anlagen): unterhalb definierter Kiesentnahme Buhnenfelder und Uferstrukturierungen
- Matte rechts (R3, oberhalb BärenPark): Erstellung Holzkastenverbau (unter Wasser)

7 Landerwerb

Das Tiefbauamt der Stadt Bern ist bereits während der früheren Projektphase mit betroffenen Grundeigentümern in Kontakt getreten. Angesichts der Mitwirkung konnten diese ihre Anliegen erneut einfließen lassen. Die im Dossier enthaltenen Landerwerbspläne (Beilagen B.5.1 – B.5.3) zeigen, welche Parzellen von den projektierten Massnahmen betroffen sind und welche Flächen beansprucht werden. Zusätzlich werden auf den Landerwerbsplänen pro Parzelle die neu vorgesehenen Dienstbarkeiten (Hochwasserschutzmassnahmen, Drainagen, Elektro- und Siedlungsentwässerungsleitungen) dargestellt. Im Rahmen der Planaufgabe haben die Eigentümer die Möglichkeit, Einsprache zu erheben. Ist der Landerwerb für die Gewährleistung des Hochwasserschutzes allerdings unumgänglich, kann eine Enteignung veranlasst werden.

8 Betrieb und Unterhalt

Hinsichtlich der Vernehmlassung und Projektauflage werden die Massnahmen für den Betrieb und Unterhalt noch ergänzt. Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte aufgelistet.

8.1 Zuständigkeiten

Grundsätzlich wird zwischen ordentlichem und ausserordentlichem Unterhalt unterschieden. Der ordentliche Unterhalt umfasst die Pflege der Ufergehölze, Ufermauern und der Vorländer. Die Wasserbaupflicht lag bis Ende 2014 bei der Stadt Bern und ging per 1. Januar 2015 an den Kanton Bern über. Der ordentliche Unterhalt ist heute somit Aufgabe des Kantons und Privater. Entlang der Konzessionsstrecke der Kraftwerke sind die Betreiber zuständig. Der ausserordentliche Unterhalt betrifft die Sicherung der Uferverbauungen und Dämme, die Geschiebemanagement, die Beseitigung grosser Schwemmholtzmenge und die Wiederherstellung der Schutzmassnahmen nach Hochwasserereignissen. Diese Aufgaben liegen in der Zuständigkeit des Kantons. Detailliertere Angaben zu den Zuständigkeiten werden in den weiteren Projektphasen gemacht.

8.2 Allgemeiner Unterhalt und Pflegegrundsätze

Der ordentliche Unterhalt der Vegetation beschränkt sich auf periodisches Ausholzen der Uferbestockungen, wo ein Bewuchs von Bäumen auf den Dämmen zu verhindern ist, periodisches Mähen (bei Ansaat), sowie auf eine konsequente Bekämpfung unerwünschter Pflanzen (invasive Neophyten) bis die Vegetationsdecke geschlossen ist und anschliessend eine jährliche Kontrolle. Bei den Ufermauern aus Naturstein ist die regelmässige (jährliche) Beobachtung und Reparation der pluvialen Erosion (Abplatzungen) erforderlich. Die mobilen Hochwasserschutzzelemente (Dammbalken) sind weniger dauerhaft als die Ufermauern und im Jahresrhythmus auf ihre Verlässlichkeit zu prüfen und unterhalten. Bei allen Schutzmassnahmen ist eine Kontrolle nach Hochwasserereignissen vorzunehmen.

Im Rahmen der mobilen Hochwasserschutzmassnahmen ist die Zuverlässigkeit (Tragsicherheit, Dauerhaftigkeit, Gebrauchstauglichkeit) der Verankerungselemente auf den Ufermauern und der mobilen Absperrorgane (Dammbalken) sicherzustellen. Gleiches gilt für die Spundwand beim Bueber.

Zum Erhalt der Funktionstüchtigkeit bedürfen die Drainagen, die Pumpwerke und die Werkleitungsanschlüsse einer periodischen Überprüfung.

8.3 Einsatzübung

Der Einsatz zur Installation der mobilen Hochwasserschutzzelemente ist regelmässig zu üben, damit im Ereignisfall richtig vorgegangen wird.

9 Nachweise Mehrleistungen Subventionen

Seitens Bund und Kanton sind Subventionsgelder zu erwarten. Die genaue Höhe der Subventionen wird in einer späteren Projektphase bestimmt, ein Kostenteiler wird derzeit erarbeitet.

Grundsätzlich soll ein besonders nachhaltiges Hochwasserschutzprojekt, welches zusätzliche Kriterien erfüllt, höher subventioniert werden. Dafür sind entsprechende Nachweise zu erbringen („Nachweise Mehrleistungen“). Für folgende Kriterien sind gemäss der Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2016 – 2019 [1] Mehrleistungen d.h. Mehrsubventionen zu überprüfen:

- Integrales Risikomanagement mit planerischen Massnahmen und organisatorischen Massnahmen
- technische Aspekte (Überlastfall)
- partizipative Planung.

10 Grundlagen

10.1 Berichte und Studien

- [1] BAFU: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2016 – 2019. Bern, 2015.
- [2] Bezzola G.R., Hegg C (Hrsg.): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0707. Bern, 2007.
- [3] Bründl Michael (Ed.): Risikokzept für Naturgefahren - Leitfaden. Nationale Plattform für Natur- gefahren PLANAT, Bern, 2009
- [4] BWW / BRP / BUWAL (Hrsg.). Empfehlungen. Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten. Biel, 1997.
- [5] Generalplanerteam HWS Aarebogen: Hochwasserschutz Aare, Bern. L21 Objektschutz Quartiere an der Aare. Dossier Vorprojekt. Bern, Oktober 2008.
- [6] Generalplanerteam HWS Aarebogen: Vorstudie Gebietsschutz Quartiere an der Aare. Kurzbericht Abschnitt Mattequai. Technischer Bericht und gestalterisches Konzept sowie Pläne. Bern, November 2011.
- [7] Generalplanerteam HWS Aarebogen Hochwasserschutz Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare. Dossier Wasserbauplan, Phase Mitwirkung (mit Plänen und Berichten). Bern, Dezember 2014.
- [8] Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25'000, Blatt 1166 Bern.
- [9] Kanton Bern, Tiefbauamt: Fachordner Wasserbau. Datum: 04.01.2010, revidiert: 30.12.2011, Bern.
- [10] Kanton Bern, Auszug aus dem Protokoll des Regierungsrates: Risikostrategie Naturgefahren; Ergebnissicherung der Klausursitzung des Regierungsrates vom 10. August 2005 sowie Grundlagenpapier für die Klausursitzung. Bern, 2005.
- [11] Kanton Bern, Arbeitsgruppe Naturgefahren: Schutzziele bei gravitativen Naturgefahren. 8. September 2010.
- [12] Kanton Bern, Bau, Verkehrs- und Energiedirektion: See- und Flusssufergesetz. http://www.bve.be.ch/bve/de/index/wasser/wasser/see-_und_flusssuferfonds.html Aufgerufen am 30.10.2014.
- [13] Kissling+Zbinden AG im Auftrag der Stadt Bern: Schutzzielplan / Schutzdefizitanalyse Wassergefahren, Stadt Bern Aareraum. Bern, November 2008.
- [14] Kissling+Zbinden AG: HWS Aare Bern, Teilprojekt L21 Objektschutz Quartiere an der Aare. Bestimmung Schadenpotenzial vor Massnahmen, Zwischenbericht. Bern, Mai 2009.

- [15] Kissling+Zbinden AG: HWS Aare Bern, Gebietsschutz Quartiere an der Aare, Intensitätskarten vor und nach Massnahmen unter Berücksichtigung mobiler Schutzmassnahmen. Bern, 2016, rev. 2020.
- [16] KOHS: Freibord bei Hochwasserschutzprojekten und Gefahrenbeurteilungen. Empfehlungen der Kommission Hochwasserschutz (KOHS). Wasser Energie Luft, Jahrgang 105, Heft 1: 43 - 53. 2013.
- [17] PLANAT: Strategie Naturgefahren Schweiz. 2004.
- [18] PD Dr. Martin Jäggi/ Hunziker, Zarn & Partner im Auftrag des Tiefbauamts des Kantons Bern: Geschiebehaushalt der Aare zwischen Thun und Bern. Ebmattingen und Aarau, Februar 2001
- [19] Regionalkonferenz BernMittelland: Aareschlaufen, Regionaler Richtplan N+L, Umsetzung, Nutzungs- und Gestaltungskonzept. Bern, Genehmigungsexemplar vom 17. März 2010.
- [20] Stadt Bern, Stadtrat: Stadtratsentscheid, Sitzung vom 6. Dezember 2012, SKNSC (2004.SR.000007), SRB Nr. 201-611.
- [21] Stadt Bern: Naturgefahrenkarte Aareraum, IGG Kissling+Zbinden / Kellerhals+Haefeli AG, Bern, September 2008.
- [22] Stadt Bern: Teilrevision Naturgefahrenarte, IGG Kissling+Zbinden / Kellerhals+Haefeli AG, Bern, Oktober 2016.
- [23] Hochwasserschutz Aare Bern, Angaben zu den Verklausungsszenarien bei Brücken, Kissling + Zbinden AG, Bern, 10. Juli 2008.
- [24] Stadt Bern, Präsidialdirektion und Stadtplanungsamt: Aareraum Planung, Bericht Juli 2008. Bern, 2008.
- [25] Stadt Bern: Aareraum Planung. <http://www.bern.ch/stadtverwaltung/prd/stadtplanung/freiraumplanung/freiraum/aarepla>. Aufgerufen am 30.10.2014.
- [26] VAW im Auftrag des Tiefbauamts der Stadt Bern: Schwemmholzproblematik an der Matteschwelle in Bern, Hydraulische Modellversuche, Bericht Nr. 4248. Zürich, Juni 2008.

10.2 Digitale Grundlagen

- [27] Stadt Bern, Nutzungsplanung. Geoportal der Stadt Bern, abgerufen am 30.10.2014.
- [28] Übersichtsplan. Geoportal des Kantons Bern.