



Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft**  
Wasserbau

Planung

Christian Schuler  
Projektleiter Gefahrenkartierung

# **Pflichtenheft Gefahrenkarten**

2.0  
27. März 2024

# Inhalt

Änderungen gegenüber letzter Version

<b>Pflichtenheft Gefahrenkarten</b>	<b>1</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
1.1. Ausgangslage	4
1.1.1. Gesetzliche Grundlagen	4
1.1.2. Publikationen	4
1.2. Konzept Gefahrenkartierung Naturgefahren	5
1.2.1. Ersterstellung	5
1.2.2. Revisionen	5
1.3. Pflichtenheft	6
<b>2. Projektablauf / -organisation der Gefahrenkartierung</b>	<b>7</b>
2.1. Projektablauf	7
2.2. Projektorganisation	8
2.3. Sitzungswesen	8
2.3.1. Arbeitssitzungen	8
2.3.2. Informationsveranstaltungen für die Gemeinden	9
2.3.3. Workshops mit den Gemeinden und der GVZ	9
2.3.4. Protokollführung	9
<b>3. Prinzipien für die Erstellung der Gefahrenkarte</b>	<b>10</b>
3.1. Stichdatum	10
3.2. Genauigkeit der Gefahrenkarte	10
3.3. Angrenzende Gefahrenkarten	10
<b>4. Untersuchungsperimeter</b>	<b>11</b>
<b>5. Beurteilung der Hochwassergefährdung</b>	<b>12</b>
5.1. Prozesse	12
5.2. Gefahrenerkennung	13
5.2.1. Grundlagenbeschaffung	13
5.2.2. Ereignisdokumentation	14
5.2.3. Hydrologie	14
5.2.4. Schwachstellenanalyse und Szenarien	16
5.3. Gefahrenbeurteilung	19
5.3.1. Wirkungsanalyse	19
5.3.2. Wassertiefenkarten	21
5.3.3. Gefahrenkarte Hochwasser	21
5.3.4. Synoptische Gefahrenkarte	22
5.4. Massnahmen	22
5.4.1. Massnahmenvorschläge	22
5.4.2. Massnahmenbewertung	23
5.4.3. Dokumentation	23
<b>6. Beurteilung der Massenbewegungsgefährdung</b>	<b>24</b>
6.1. Prozesse	24
6.2. Gefahrenerkennung	25
6.2.1. Grundlagenbeschaffung	25

6.2.2.	Ereignisdokumentation	25
<b>6.2.3.</b>	<b>Schwachstellenanalyse und Szenarien</b>	26
6.3.	Gefahrenbeurteilung	28
<b>6.3.1.</b>	<b>Wirkungsanalyse</b>	28
6.3.2.	Gefahrenkarte Massenbewegungen	28
6.3.3.	Synoptische Gefahrenkarte	29
6.4.	Massnahmen	29
6.4.1.	Massnahmenvorschläge	29
6.4.2.	Massnahmenbewertung	30
6.4.3.	Dokumentation	30
<b>7.</b>	<b>Produkte Gefahrenkartierung Naturgefahren</b>	<b>31</b>
7.1.	Umfang der abzugebenden Produkte	31
<b>7.1.1.</b>	<b>Projektdossier</b>	31
7.1.2.	Projektdokumentation	31
7.1.3.	Geodaten in GIS	32
<b>7.2.</b>	<b>Technischer Bericht</b>	32
7.3.	GIS-Datenerfassung	33
7.3.1.	Datengrundlagen	33
<b>7.3.2.</b>	<b>Datendokumentation</b>	33
<b>7.3.3.</b>	<b>Attributierung</b>	35
7.3.4.	Datenabgabe und Qualitätskontrolle	42
7.4.	Darstellung der Karten	43
7.4.1.	Symbolisierungen	43
7.4.2.	Titelblätter	43
7.4.3.	Massstab	43
7.4.4.	Blattschnitt/Hintergrundplan	43
7.4.5.	Darstellung bei Gemeindefusionen	44
7.4.6.	Darstellung bei Teilrevisionen	44
<b>7.4.7.</b>	<b>Weitere Hinweise zu Darstellungen auf den Karten</b>	44
<b>8.</b>	<b>Symbolisierung für die Geodaten und Kartenerstellung</b>	<b>46</b>
<b>A1</b>	<b>Abflussprozesskarte</b>	<b>49</b>
<b>A2</b>	<b>Vorlage Hydrologietabelle</b>	<b>52</b>
<b>A3</b>	<b>Vorlage Schwachstellentabelle</b>	<b>54</b>
<b>A4</b>	<b>Flussdiagramm permanente Rutschungen</b>	<b>56</b>
<b>A5</b>	<b>Flussdiagramm Hangmuren</b>	<b>58</b>
<b>A6</b>	<b>Zusatzkarte Oberflächenabfluss</b>	<b>60</b>

# 1. Einleitung

## 1.1. Ausgangslage

### 1.1.1. Gesetzliche Grundlagen

Mit den Bundesgesetzen zum Wasserbau (WBG, 1991) und zum Wald (WaG, 1991) sind die Kantone verpflichtet, Gefahrenkarten zu erstellen und diese bei raumwirksamen Tätigkeiten zu berücksichtigen. Damit wird der im Raumplanungsgesetz (RPG, 1979) formulierte Auftrag zur Ausscheidung von gefährdeten Gebieten weiter konkretisiert (Art. 6 RPG).

Die Wasserbauverordnung (Art. 27 Abs. 1 Bst. C, WBV) sowie die Waldverordnung (Art. 15 Abs. 1 Bst. C WAV) fordern eine periodische Nachführung der Gefahrenkarten.

Im Kanton Zürich gibt es mit dem kantonalen Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) vom 2. Juni 1991 eine gesetzliche Grundlage für die Gefahrenkartierung Hochwasser. Diese verpflichtet die Gemeinden gemäss § 22 WWG, die Gefahrenbereiche bei planungsrechtlichen Festlegungen sowie bei baurechtlichen Verfahren zu berücksichtigen und bestimmt, dass die Baudirektion (BD) die Pläne über die Gefahrenbereiche nach Anhören der Gemeinden erlässt. Für die Prozesse Massenbewegungen liegt zurzeit noch kein vergleichbares kantonales Gesetz vor.

### 1.1.2. Publikationen Publikationen des Bundes

Das Konzept der Gefahrenkartierung im Kanton Zürich (vgl. Kap. 1.2) zur Erarbeitung und Umsetzung der Gefahrenkarte richtet sich nach den Empfehlungen des Bundes, die in den folgenden Publikationen beschrieben sind:

- Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, 1997
- Gefahreneinstufung Rutschungen i. w. S. Arbeitsgruppe für Naturgefahren (AGN), 2004
- Vollzugshilfe Schutz vor Massenbewegungsgefahren, 2016

### Publikationen des Kantons

Das AWEL hat folgende drei Leitfäden publiziert, welche die Empfehlungen des Bundes zur Umsetzung der Gefahrenkarten weiter konkretisieren:

- Leitfaden „Umsetzung Gefahrenkarten“ (2014)
- Kurzanleitung „Umsetzung Gefahrenkarten – Konzept Massnahmenplanung“ (2015)
- Leitfaden „Gebäudeschutz Hochwasser“ (2017)
- «Praxishilfe Wasserbau - ein Leitfaden für Planer und Behörden» (2018)
- Kurzanleitung für Feuerwehren und Gemeinden: «Gefahrenkartierung: Instrument für die Notfallplanung» (2016)

## 1.2. Konzept Gefahrenkartierung Naturgefahren

### 1.2.1. Ersterstellung

Die Ersterstellung der Gefahrenkarten im Kanton Zürich wurde seit 2006 nach einem einheitlichen Konzept durchgeführt und im Jahr 2017 für sämtliche Gemeinden abgeschlossen. Die Kartierung wurde gestaffelt in 7 Prioritäten und in hydrologisch zusammenhängenden Gebieten erarbeitet. Die Inhalte dieses Konzeptes sind im vorliegenden Pflichtenheft berücksichtigt.

### 1.2.2. Revisionen

Damit Gefahrenkarten Teil einer verlässlichen, einheitlichen und aktuellen Planungsgrundlage für den Kanton, die Gemeinden und die betroffenen Grundeigentümer sind, müssen sie periodisch revidiert werden.

#### Kriterien

Mit einem periodischen Screening der rechtsgültigen Gefahrenkarten wird abgeklärt, welche Gefahrenkarten revidiert werden müssen, und ob eine gesamthafte Revision in einer Gemeinde oder eine Teilrevision zweckmässig ist. Verschiedene Kriterien können die Revision einer Gefahrenkarte auslösen:

- Bauliche Veränderungen, welche die Gefährdungssituation wesentlich beeinflussen, zum Beispiel Schutzbauten und weitere Bauten an Gewässern, Siedlungen, Infrastrukturanlagen
- Neue Erkenntnisse aus Ereignissen bezüglich Hydrologie, Szenarien und/oder bezüglich Gefährdungssituation
- Unvollständige Endprodukte der Gefahrenkartierung (bezüglich der aktuellen Vorgaben)
- Bessere Grundlagen bezüglich Qualität, Vollständigkeit, Aktualität und Nachvollziehbarkeit
- Anforderungen an Methodik bezüglich Nachvollziehbarkeit und aktuellem Standard
- Unvollständigkeit der untersuchten Gefahrenprozesse

#### Revisionstypen

Im Kanton Zürich gibt es zwei Revisionstypen:

- Ordentliche Revisionen werden ausgelöst, wenn bei der periodischen Überprüfung (Screening) der Gefahrenkarten gemäss kantonalem Revisionsplan durch das AWEL festgestellt wird, dass die oben erwähnten Kriterien für eine Revision sprechen. Bei ordentlichen Revisionen ist eine gesamthafte Revision der Gefahrenkarte einer Gemeinde oder eine Teilrevision möglich.
- Ausserordentliche Revisionen werden z.B. nach baulichen Änderungen ausgelöst, welche die Gefährdungssituation wesentlich beeinflussen. Grundsätzlich handelt es sich dabei immer um Teilrevisionen, in Ausnahmefällen ist aber auch die gesamthafte Revision der Gefahrenkarte einer Gemeinde möglich. Die ausserordentliche Revision erfolgt auf Antrag einer Gemeinde oder wird vom AWEL initiiert.

## **Erlass**

Gesamthafte Revisionen und Teilrevisionen werden mit dem Erlass der Baudirektion verbindlich und ersetzen die vorgängigen Gefahrenkarten (bei Gesamtrevisionen) oder ergänzen sie (Teilrevisionen).

Weiterführende Informationen über die Revisionen im Kanton Zürich gibt das „Revisionskonzept Gefahrenkartierung“ des AWEL ([Version 2.0, 2024](#)).

## **1.3. Pflichtenheft**

Das vorliegende Pflichtenheft beschreibt die Grundlagen, das Vorgehen und die Produkte der Gefahrenkartierung Naturgefahren.

In den Allgemeinen Submissionsunterlagen sind verschiedene Beilagen bezeichnet, die dieses Pflichtenheft ergänzen.

Das Pflichtenheft bildet eine verbindliche Vorgabe für die Erarbeitung der Gefahrenkartierungen im Kanton Zürich und ist die Grundlage für die Honorarofferte.

## 2. Projektablauf / -organisation der Gefahrenkartierung

### 2.1. Projektablauf

Das Ablaufschema in Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Schritte bei der Erarbeitung der Projekte Gefahrenkartierung.

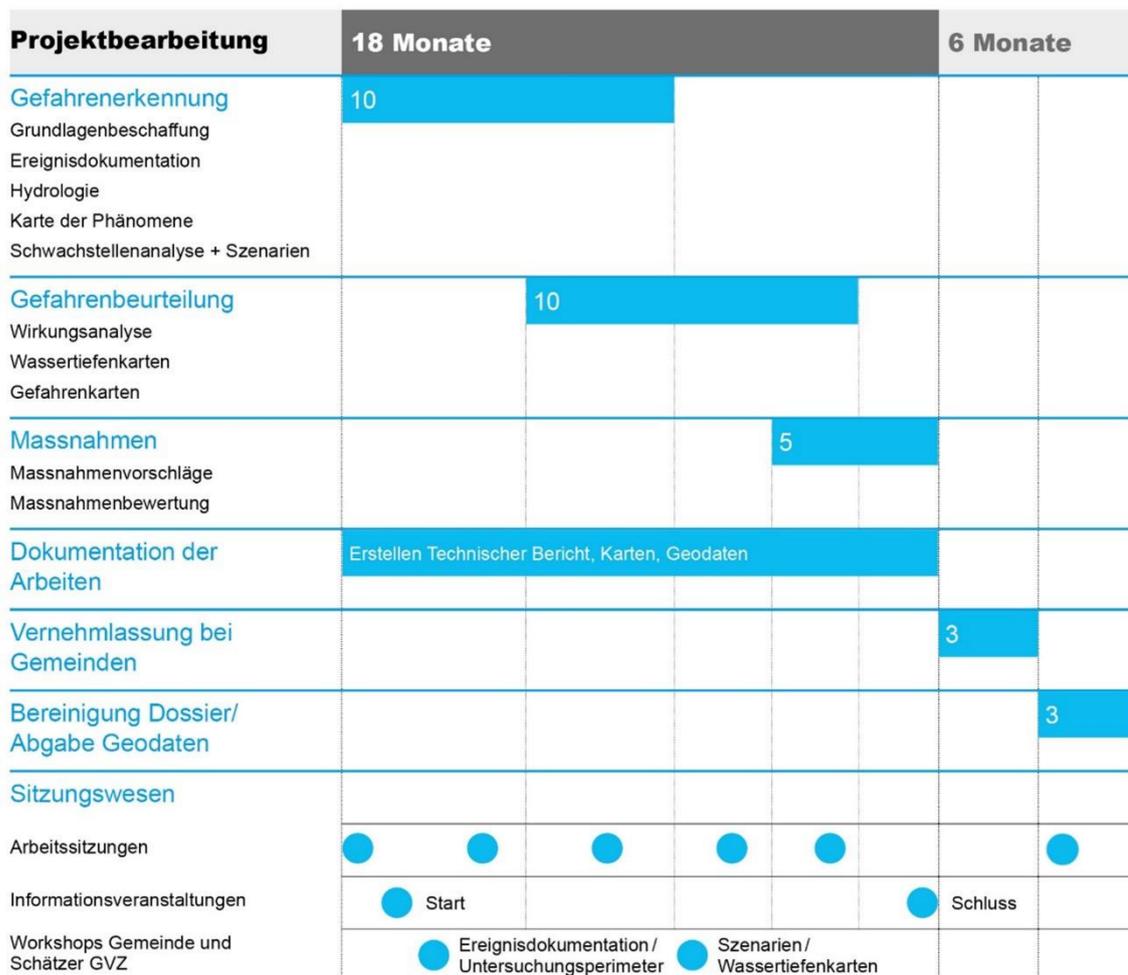


Abbildung 1 Ablaufschema für Projekte Gefahrenkartierung

Erläuterungen zum Ablauf:

- Die eigentliche Projektbearbeitung hat innerhalb von 18 Monaten zu erfolgen und wird mit dem Vorstellen des Vernehmlassungsdossiers an der Schlussveranstaltung abgeschlossen.
- Die Vernehmlassungsdauer beträgt in der Regel drei Monate.
- Die an die Vernehmlassung anschliessende Bereinigung des Dossiers und die Abgabe aller Produkte inklusive einer Projektdokumentation sind ebenfalls Bestandteile der zu erbringenden Leistungen.
- Die Dokumentation der Arbeiten in Form eines Technischen Berichtes hat parallel zur Projektbearbeitung zu erfolgen. Die entsprechenden Zwischenstände bilden jeweils die Diskussionsgrundlage für die Arbeitssitzungen.
- Zur Vorbereitung der Arbeitssitzungen sind jeweils drei Wochen im Voraus die vollständigen Unterlagen (Entwürfe der späteren Produkte: Technischer Bericht inkl. Anhang, Karten, etc.) in elektronischer Form abzugeben.

Bei Revisionsprojekten ist es möglich, dass nicht alle Arbeitsschritte gemäss Kapitel 5 und Kapitel 6 des vorliegenden Pflichtenheftes durchgeführt werden müssen. Massgebend sind dabei die Angaben in den Allgemeinen Submissionsunterlagen.

## **2.2. Projektorganisation**

Die Projektleitung für die Gefahrenkartierung Naturgefahren im Kanton Zürich wird durch das AWEL, Abteilung Wasserbau, Sektion Planung wahrgenommen.

Für die Abwicklung der Gefahrenkartierung Naturgefahren wird die Sektion Planung durch Fachexperten der Sektionen Bau und Beratung + Bewilligung sowie durch ein projektbegleitendes externes Ingenieurbüro administrativ, fachlich und methodisch unterstützt.

Bei Bedarf werden Experten von weiteren Fachstellen beigezogen wie z.B. dem Tiefbauamt (TBA) und/oder der Abteilung Wald des Amtes für Landschaft und Natur (ALN).

## **2.3. Sitzungswesen**

### **2.3.1. Arbeitssitzungen**

Während des gesamten Projektablaufs finden in regelmässigen Abständen Arbeitssitzungen mit dem AWEL und dem projektbegleitenden externen Ingenieurbüro statt. Für die Honorarberechnung ist von sechs Arbeitssitzungen à ca. 2.5 Stunden (exkl. Anreise) mit folgenden Themen auszugehen, sofern in den Allgemeinen Submissionsunterlagen nichts Anderes erwähnt wird:

- Arbeitssitzung 1: Startsituation (Organisatorisches, Grundlagenbeschaffung, Vorgehen)
- Arbeitssitzung 2: Ereignisdokumentation, Untersuchungsperimeter, Hydrologie
- Arbeitssitzung 3: Schwachstellenanalyse, Szenarien, Karte der Phänomene
- Arbeitssitzung 4: Wassertiefen- und Gefahrenkarten, Hinweisprozesse
- Arbeitssitzung 5: Massnahmenvorschläge, Entwurf Vernehmlassungsdossier
- Arbeitssitzung 6: Schlussitzung (Auswertung der Vernehmlassung, Projektabschluss)

### **2.3.2. Informationsveranstaltungen für die Gemeinden**

Für die involvierten Gemeinden sind zwei Veranstaltungen durchzuführen, die durch das A-WEL organisiert werden:

- Startveranstaltung: Information und Sensibilisierung der betroffenen Gemeinden
- Schlussveranstaltung: Präsentation des Projektdossiers bei den Gemeinden zum Start der Vernehmlassung, Informationen zur Umsetzung der Gefahrenkarten

### **2.3.3. Workshops mit den Gemeinden und der GVZ**

Während der Projektbearbeitung sind je Gemeinde zwei Workshops vorzusehen (Gesprächsdauer rund zwei Stunden pro Gemeinde), welche durch die Projekttechniker organisiert werden:

- Workshop 1: Ereignisdokumentation, Untersuchungsperimeter, geplante Schutzmassnahmen
- Workshop 2: Szenarien, Entwürfe der Wassertiefenkarten

Falls es aufgrund der geografischen Situation angebracht ist, können mehrere Gemeinden in einem Workshop zusammengefasst werden.

Zur Ereignisdokumentation ist, je nach Bedarf, eine separate Besprechung mit den Schätzern der GVZ Gebäudeversicherung Kanton Zürich durchzuführen. Andernfalls sind die Vertreter der GVZ zu den Workshops mit den Gemeinden einzuladen.

### **2.3.4. Protokollführung**

Die Arbeitssitzungen und die Informationsveranstaltungen werden durch das projektbegleitende externe Ingenieurbüro protokolliert, die Workshops durch die Projekttechniker.

## **3. Prinzipien für die Erstellung der Gefahrenkarte**

Das vorliegende Pflichtenheft zur Gefahrenkartierung Hochwasser und Massenbewegungen definiert ein einheitliches Vorgehen und stellt einen ausgewogenen Tiefgang und vergleichbare Endprodukte sicher. Bei der Gefahrenkartierung sind – neben den Empfehlungen des Bundes – die Prinzipien gemäss Kap. 3.2 und 3.3 zu berücksichtigen.

### **3.1. Stichdatum**

In Absprache mit dem AWEL wird ein Stichdatum für die Berücksichtigung von Ereignissen und baulichen Eingriffen festgelegt. In der Regel wird das Stichdatum auf den Zeitraum der Durchführung des Arbeitsschrittes Schwachstellenanalyse/Szenarien festgelegt.

### **3.2. Genauigkeit der Gefahrenkarte**

Aus der Gefahrenkarte muss eine parzellenscharfe Abgrenzung der Gefahrenbereiche für die Nutzungsplanung möglich sein. Die Abgrenzung der Gefahrenbereiche muss deshalb mit einer Aussagegenauigkeit in der horizontalen Ausdehnung von <10 m vorgenommen werden.

### **3.3. Angrenzende Gefahrenkarten**

Laufende oder abgeschlossene Gefahrenkartierungen, die an die zu bearbeitenden Gemeinden angrenzen, sind zwingend und frühzeitig zu konsultieren. Die Annahmen, welche im Rahmen der angrenzenden Gefahrenkartierungen an den Schnittstellen zugrunde liegen, sollen überprüft und in die Überlegungen miteinbezogen werden (insbesondere falls es sich um eine revidierte Gefahrenkarte handelt). Ziel ist es, basierend auf allen vorhandenen Grundlagen die bestmögliche Abschätzung der Gefährdungssituation zu erreichen, eine vollständige Übereinstimmung bei den Schnittstellen steht nicht im Vordergrund. Allfällige Unstimmigkeiten sind mit dem AWEL zu klären.

## 4. Untersuchungsperimeter

Der Untersuchungsperimeter beinhaltet ausschliesslich schadenrelevante Flächen und Objekte wie Siedlungsgebiete und wichtige Infrastrukturanlagen. Die relevanten Flächen und Objekte sind darin mit einem Distanzbereich von 100 Metern versehen. Die Summe aller Flächen und Objekte bildet den Untersuchungsperimeter. Der Untersuchungsperimeter ist Bestandteil der Submissionsunterlagen.

Explizit nicht Bestandteil des Untersuchungsperimeters sind abgeschaltete Wasserfassungen, Einzelhöfe und Einzelgebäude, Naherholungsgebiete, Schiessstände und Wanderwege.

Der Untersuchungsperimeter muss durch das beauftragte Ingenieurbüro kritisch überprüft und bei Bedarf erweitert werden. Dies stellt erfahrungsgemäss jedoch einen Ausnahmefall dar. Allfällige Erweiterungen sind im Rahmen des Workshops 1 mit den Gemeinden zu diskutieren und anschliessend mit dem AWEL zu besprechen und festzulegen. Anpassungen, die zu einer Erweiterung der Perimeterfläche um max. 10% führen, müssen im angebotenen Leistungsumfang enthalten sein.

Die Gefahrenkartierung für alle Hauptprozesse Hochwasser und Massenbewegungen erfolgt schliesslich in diesem bereinigten Untersuchungsperimeter. Untersuchungen müssen über den Untersuchungsperimeter hinaus jedoch dann vorgenommen werden, wenn dies zur Beurteilung der Prozesse, die den Perimeter erreichen, erforderlich ist. Dabei sind auch die ausserhalb des Untersuchungsperimeters liegenden Schwachstellen und Phänomene (Karte der Phänomene) sowie bekannte Hinweisprozesse zu dokumentieren und die Überflutungsflächen – wo relevant – zu erfassen.

# 5. Beurteilung der Hochwasser- gefährdung

## 5.1. Prozesse

Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Hauptprozess Hochwasser.

Tabelle 1      Überblick über den Hauptprozess Hochwasser

Hauptprozess Hochwasser	
<b>Unterprozesse</b>	Hochwasser Fließgewässer Seehochwasser  <b>Szenarien</b> 30- / 100- / 300- / 1000-jährlich (Extremereignis) (HQ30/HQ100/HQ300/HQ1000) Verklausungen (Geschiebe, Schwemmholz, Siedlungsabfälle, weitere Gegenstände) Instabilität von Dämmen / Deichen Erhöhung des Wasserspiegels in Aussenkurven Seitliche Rutschprozesse und infolgedessen Gerinneaufstau / Flutwellen Wellenbildung bei stehenden Gewässern
<b>Hinweisprozesse</b>	Oberflächenabfluss Ufererosion Übermurgung (Murgang) / Übersarung Grundwasseranstieg über Terrain Rückstau in Kanalisation

Im Hauptprozess Hochwasser sind für die zwei Unterprozesse Hochwasser Fließgewässer und Seehochwasser Szenarien zu entwickeln, Überflutungsflächen mit Jährlichkeiten und Intensitäten zu bestimmen sowie Gefahrenbereiche festzulegen.

Für folgende Hinweisprozesse sind Hinweisflächen in der Gefahrenkarte festzulegen:

- Oberflächenabfluss
- Ufererosion
- Übermurgung (Murgang<sup>1</sup>) / Übersarung

<sup>1</sup> Der Prozess Murgang wird nicht als eigener Unterprozess behandelt, da er im Kanton Zürich nur vereinzelt auftritt. Falls dieser Prozess auftritt, ist er auf den Wassertiefenkarten als Überflutungsfläche auszuscheiden und mit einer zusätzlichen Hinweissignatur für Übermurgung/Übersarung zu versehen. Die Intensität ist anhand der Klassierung von Überflutungen zu beurteilen.

- Grundwasseranstieg über Terrain
- Rückstau von öffentlichen Gewässern in die Kanalisation mit Wasseraustritt an die Oberfläche

Für die Hinweisprozesse sind weder Jährlichkeiten noch Intensitäten auszuweisen. Der Hinweisprozess Oberflächenabfluss wird nach Vorgabe des AWEL auf einer Zusatzkarte dargestellt.

## 5.2. Gefahrenerkennung

### 5.2.1. Grundlagenbeschaffung

In einem ersten Schritt sind alle vorliegenden Grundlagendaten zu beschaffen. Diese umfassen:

- Bestellung und Übernahme der beim GIS-Zentrum des Kantons verfügbaren digitalen Raumdaten (Datenbezug ist kostenlos).
- Sichtung und Zusammenstellung von gewässer- und raumrelevanten Daten bei den Gemeinden und beim Kanton (z.B. Quer- und Längenprofile, hydrologische und hydraulische Daten/Studien, Wasserbauprojekte, Einzugsgebiete, Gewässerökologie, Raumnutzung, Schadenstatistiken, Luftbilder, etc.). Einige hydrologische Studien stehen auf der Kantonalen Webseite unter <https://maps.zh.ch/?topic=AwelWBHydroStudZH> als Download zur Verfügung.
- Für Gewässer im kantonalen Unterhalt<sup>2</sup> liegen Querprofile vor. Im Rahmen der Erarbeitung der Gefahrenkarte ist zu prüfen, ob für die hydraulischen Berechnungen lokal noch zusätzliche Profile und Höhenkoten aufzunehmen sind. Diese Leistungen sind in der Honorarofferte einzurechnen.
- Bezug der GVZ-Statistiken bezüglich der Überschwemmungsschäden. Die Schäden sind bis zurück zum Jahr 1984 für jedes Gebäude und unter Zuordnung der entsprechenden Schadenereignisse erfasst. Die Daten werden von der GVZ kostenlos zur Verfügung gestellt (Bezug über das AWEL). Schadendaten von 1984 und früher können direkt beim Staatsarchiv eingesehen werden.

Bei der Grundlagenbeschaffung ist ein besonderes Augenmerk auf seit der bisherigen Gefahrenkartierung neu vorhandene gewässer- und raumrelevante Daten (neue hydrologische Studien, Wasserbauprojekte, etc.) zu legen. Sämtliche übernommenen Grundlagen, Arbeiten und Annahmen sind auf ihre Aktualität und Plausibilität hin zu überprüfen und falls nötig neu zu erheben oder zu erarbeiten. Aus der Dokumentation im Technischen Bericht muss nicht nur hervorgehen, welche Dokumente und Daten verwendet wurden (Literaturverzeichnis), sondern auch, welche und weshalb gewisse Dokumente und Daten nicht (mehr) berücksichtigt wurden.

---

<sup>2</sup> Gewässer im kantonalen Unterhalt: gemäss RRB 377/3.2.1993; BDV 536/29.3.2007 (Teil Abistbach); RRB 893/19.6.2007 (Flaacherbach)

### 5.2.2. Ereignisdokumentation

Im Rahmen der Ereignisdokumentation ist ein Verzeichnis der historischen Schadenereignisse zu erstellen. Die Informationen über vergangene Ereignisse dienen u.a. dem besseren Verständnis der Häufigkeiten und möglichen Ereignisabläufe, der Eingrenzung und Verifikation der massgeblichen Hochwasserabflüsse, der Festlegung der massgebenden Szenarien (z.B. Verklausungen bei Durchlässen, Versagen von Bauwerken, etc.), der Verifikation der Überflutungsflächen und dem Erkennen von Hinweisprozessen.

Informationen zu Ereignissen mit grösseren Schadenfolgen sind z.B. aus Gemeindearchiven, Zeitungen, Datenbanken (u.a. der WSL) und aus den Schadendaten der GVZ zu entnehmen und auszuwerten. Ergänzend ist ein Workshop mit ausgewählten Gemeindevertretern (z.B. Gemeindeingenieur, Förster, Vertreter von Feuerwehr, Werkhof und Bevölkerungsschutz, etc.) und mit den GVZ-Schätzern durchzuführen.

Die Ereignisdokumentation ist in Form von Datenblättern und, wo sinnvoll, in Plandarstellungen festzuhalten. Dabei sind die vertraglichen Vereinbarungen bezüglich der GVZ-Daten zu beachten. Insbesondere dürfen die GVZ-Daten nur anonymisiert zitiert werden.

### 5.2.3. Hydrologie

Die Hochwasserabflüsse der Fliessgewässer resp. die Seespiegel sind für ein 30-, 100- und 300-jährliches Ereignis sowie für ein Extremereignis festzulegen (HQ30, HQ100, HQ300, HQ1000).

#### **Fliessgewässer**

Annahmen und Ergebnisse aus vorliegenden Hydrologiestudien, Bauprojekten und weiteren Unterlagen sind kritisch zu hinterfragen und ggf. zu übernehmen.

**Für die Einzugsgebiete liegt eine kantonale Kartierung vor. Die Einzugsgebietsgrössen sind durch das projektierende Ingenieurbüro zu plausibilisieren.**

Für die Fliessgewässer sind in Abhängigkeit der Einzugsgebietsgrösse die folgenden Hochwasserschätzmethoden anzuwenden:

- **Einzugsgebiete < 10 km<sup>2</sup>: HAKESCH**

In HAKESCH sind die vier Verfahren Taubmann, mod. Fliesszeitverfahren, Kölla und Müller durchzuführen. Untersuchungen<sup>3</sup> zeigen, dass für die hydrologischen Verhältnisse des Kantons Zürich eine Mittelwertbildung aus Kölla und modifiziertem Fliesszeitverfahren die besten Ergebnisse gibt.<sup>4</sup> Begründete Abweichungen von dieser Mittelwertbildung sind in Absprache mit dem AWEL möglich.

Mit den so durchgeführten Abschätzungen resultieren eher konservative Abflusswerte. Im Rahmen einer Gefahrenkarte ist dieser Umstand gegenüber einer Unterschätzung der Abflüsse vorzuziehen.

<sup>3</sup> Quelle: "Übertragung der Abflussprozesskarte (ZH), Naturgefahrenkarten Kanton Zürich", Böhlinger AG, 2010

<sup>4</sup> Mit der gemäss HAKESCH empfohlenen Mittelwertbildung (Mittelwert der zwei höchsten Ergebnisse, exkl. Verfahren Müller) resultieren zu grosse Abflusswerte.

- **Einzugsgebiete > 10 km<sup>2</sup>: HQx\_meso\_CH**  
Im Programmpaket HWx\_meso\_CH sind sechs Verfahren für mesoskalige Einzugsgebiete enthalten: Kürsteiner, Müller-Zeller, Kölla meso, GIUB'96, Momente, BaD7. Die zu verwendenden Mittelwerte dieser Methoden sind mit dem AWEL abzusprechen.
- **Falls Messstationen vorliegen**  
Falls die Messreihen langjährig und zuverlässig sind, sind statistische Pegelauswertungen durchzuführen. Falls Unregelmässigkeiten festgestellt werden, sind die Messstationen zu überprüfen (Zuverlässigkeit der Messungen, PQ-Beziehungen, Umbauten, etc.).

Für die Festlegung von Parametern und für die Beurteilung des Abflussverhaltens der Einzugsgebiete ist die Abflussprozesskarte des Kantons Zürich zu verwenden. Weitergehende Informationen zur Verwendung der Abflussprozesskarte sind in Anhang 1 enthalten.

Für die 1- und 24-stündigen Niederschlagsintensitäten sind die Daten gemäss HADES Karte B04 (Hydrologischer Atlas der Schweiz, hydromaps.ch) zu verwenden.

Die Faktoren, mit Hilfe derer aus HQ100 Hochwasserabflusswerte anderer Jährlichkeiten abgeleitet werden, sind auszuweisen und zu begründen.

Die Anwendung des Flächenansatzes<sup>5</sup> zur Übertragung von Hochwasserabflüssen auf andere Einzugsgebiete darf grundsätzlich nicht bzw. nur unter den folgenden Bedingungen angewendet werden:

- Zwischen Bemessungspunkten innerhalb desselben Gewässers (Interpolation)
- Zwischen kleinen Zubringern: Für den einen Zubringer können die Abflusswerte mit HAKESCH berechnet und dann mit dem Flächenansatz auf die übrigen Zubringer übertragen werden. Dieses Vorgehen ist nur legitim, falls die Einzugsgebiete der Zubringer vergleichbar sind.

Erkenntnisse aus der Ereignisdokumentation (vgl. Kap. 5.2.2) sind einfließen zu lassen (z.B. Häufigkeit und Art der auslösenden Niederschlagsereignisse, Reaktion auf Starkniederschläge, Vergleich Abflussmengen und Abflusskapazität).

Bei der Festlegung der Hochwasserabflüsse sind immer die gesamten Abflüsse zu verwenden, die aus dem natürlichen und bebauten Einzugsgebiet zu erwarten sind (Brutto-Abflüsse, vgl. auch Kap. 5.2.4).

Wechselwirkungen zwischen der Siedlungsentwässerung (Kanalisation) und öffentlichen Gewässern sind zu berücksichtigen, falls relevante Einflüsse festgestellt wurden (z.B. Einläufe aus der Siedlungsentwässerung in öffentliche Gewässer oder Ableitungen/Überläufe von öffentlichen Gewässern in die Kanalisation). Die Berücksichtigung erfolgt i.d.R. gutachterlich.

---

<sup>5</sup> Flächenansatz:

$$HQ_x = a \cdot E^b$$

*x*: Jährlichkeit  
*HQ*: Hochwasserabfluss  
*E*: Einzugsgebietsfläche

*a*: Parameter (Basiswert)  
*b*: Parameter (Exponent)

Die Abflussganglinien sind für alle Fliessgewässer mit Form und Dauer graphisch darzustellen. Wenn möglich, ist ein Vergleich mit früheren Ereignissen vorzunehmen.

### **Stehende Gewässer**

Für Seen sind die bei HQ30, HQ100, HQ300 und HQ1000 zu erwartenden Wasserspiegel zu ermitteln. Wo Messstationen mit langjährigen und zuverlässigen Messreihen vorliegen, sind statistische Pegelauswertungen durchzuführen. Die Berücksichtigung von Wellen erfolgt beim Arbeitsschritt Szenarien. Bezüglich Messstationen gelten dieselben Erläuterungen wie für die Fliessgewässer.

### **Festlegung Hydrologie und Dokumentation**

Die verschiedenen Festlegungen und Abschätzungen der Hochwasserabflüsse sind einander gegenüberzustellen und kritisch zu beurteilen. Die massgebenden Hochwasserabflüsse sind in Abstimmung mit dem AWEL festzulegen.

Auch relevante Zwischenergebnisse, die im Endresultat nicht mehr sichtbar sind, sind im Technischen Bericht zu dokumentieren. So wird die Nachvollziehbarkeit erhöht und ein Überblick über die Streuung der Ergebnisse ermöglicht.

In einer Karte sind die Bemessungspunkte mit Einzugsgebieten und mit Informationen zur Berechnungsgrundlage (HAKESCH, Studie etc.) darzustellen.

Grundlegende Unterschiede in der Hydrologie (bezüglich Annahmen und Ergebnissen) zwischen der bisherigen und revidierten Gefahrenkarte sind summarisch zu thematisieren.

Sämtliche Abflusswerte sind im Technischen Bericht tabellarisch aufzuführen. Für die Dokumentation ist die Hydrologie-Tabelle in Anhang A2 zu übernehmen.

### **5.2.4. Schwachstellenanalyse und Szenarien**

Im Rahmen dieses Arbeitsschritts sind die Schwachstellen zu identifizieren und die relevanten Szenarien festzulegen.

### **Hydraulische Berechnung**

Zur Ermittlung der Abflusskapazitäten kommen je nach Grösse der Gewässer unterschiedliche Methoden zur Anwendung:

#### **– Steilere Seitenbäche**

Hier genügen einfache Kapazitätsberechnungen auf Basis Normalabfluss. Im Rahmen von Feldbegehungen sind Schwachstellen zu identifizieren und die massgeblichen Profile und Rauigkeiten sowie Abmessungen von Bauwerken (z.B. Rechen, Hochwasserentlastungen) aufzunehmen.

Schwachstellen können punktuell (z.B. Brücken oder Einläufe in Eindolungen und Entlastungsleitungen, andere Bauwerke oder auch lokale Verengungen in offenen Gerinneabschnitten) oder linienförmig (länger ausgedehnt) entlang offener Gerinneabschnitte sein.

- **Flachere Seitenbäche sowie sämtliche Gewässer im kantonalen Unterhalt**  
Hier sind Staukurvenberechnungen (1D-Modellierung) durchzuführen. Für die Gewässer im kantonalen Unterhalt sind hydraulische Längenprofile aufzubereiten (siehe Projektdokumentation).

In der Schwachstellenanalyse werden die Kapazitätsengpässe bei den festgelegten Hochwasserabflüssen HQ30, HQ100, HQ300 und HQ1000 festgestellt.

### **Bruttoprinzip**

Die Beurteilung der Schwachstellen erfolgt grundsätzlich mit Brutto-Abflüssen (hydrologisch berechneter Abfluss an einem Punkt, ohne Berücksichtigung von Wasseraustritten oberhalb). Begründete Ausnahmen sind in Absprache mit dem AWEL möglich.

### **Freibord**

Die Gerinnekapazität ist ohne Freibord zu bestimmen. Grundsätzlich treten damit Ausuferungen erst auf, wenn die Wasserspiegellinie die Uferlinie erreicht.

### **Hochwasserentlastungen**

Grundsätzlich gilt, dass diejenigen Bauwerksteile resp. Gerinne/Leitungen in der Gefahrenkartierung berücksichtigt werden, welche als öffentliche Gewässer klassiert sind. Auch Hochwasserentlastungsbauwerke inkl. dazugehörige Niederwassergerinne und Entlastungsleitungen müssen auf ihre Kapazität hin untersucht werden.

### **Eindolungen**

Bei eingedolten Gewässerabschnitten<sup>6</sup> ist jeweils der Ein- und Auslauf bezüglich der Kapazität zu beurteilen. **Hydraulisch relevante Änderungen innerhalb der Eindolungen sind – sofern bekannt (Leitungskataster etc.) - ebenfalls zu berücksichtigen und zu beurteilen. Schwachstellen bei eingedolten Gewässerabschnitten (Ein- und Auslauf oder innerhalb) sind am Workshop 2 mit der Gemeinde zu besprechen und im Bericht zu beschreiben.**

### **Siedlungsentwässerung**

Schwachstellen in der Siedlungsentwässerung (z.B. Kanalisationsengpässe, Kanalisationsrückstaus aufgrund der überlasteten Siedlungsentwässerung) sind nicht zu berücksichtigen.

### **Szenarien**

Als mögliche Szenarien sind zu beurteilen:

- **Verklausungen bei Durchlässen / Brücken**  
Verklausungen können durch Geschiebe, Schwemmholz, Siedlungsabfälle sowie andere Gegenstände verursacht werden. Falls vorhanden, sind Geschiebe- und Schwemmholzstudien zu berücksichtigen. Eine präzise Quantifizierung der Geschiebe- und Schwemmholzvolumina wird nicht verlangt. Die gutachterlichen Einschätzungen sind zu begründen

---

<sup>6</sup> = längere Eindolungen  
Strassenunterquerungen gelten als Durchlässe und sind in der Gefahrenkartierung zu berücksichtigen.

und zu dokumentieren. Bei der Beurteilung von Schwemmholz und Geschiebe gilt die Netto-Betrachtung, d.h. bei der Verklausung eines Bauwerks mit Schwemmholz oder bei einer Geschiebeauflandung darf angenommen werden, dass das Material an dieser Stelle aufgehalten und nicht weiter nach unten transportiert wird.

- **Instabilitäten bei Dämmen / Deichen**

Die Beurteilung erfolgt gutachterlich und ist zu dokumentieren. Vertiefte Abklärungen zu Erosionsprozessen oder eine statische Prüfung der Dämme müssen nicht durchgeführt werden. Nicht zu berücksichtigen sind Damnbrüche von Stauhaltungen.

- **Bahndämme**

Gegenüber dem umliegenden Terrain erhöhte Bahndämme sind als teilweise durchströmbar anzunehmen.

- **Erhöhung des Wasserspiegels in Aussenkurven**

- **Seitliche Rutschprozesse und infolgedessen Gerinneaufstau / Flutwellen**

- **Wellenbildung bei stehenden Gewässern**

- Für den Zürichsee ist die Wellenkarte der Schweizerischen Eidgenossenschaft ([www.swisslakes.net](http://www.swisslakes.net)) zu konsultieren und folgendermassen in die Szenarien mit einzubeziehen<sup>7</sup>:
  - HQ30 / HQ100 / HQ300:  
Seepegel HQ30 / HQ100 / HQ300 + 2-jährliche Wellenhöhen
  - HQ1000:  
Seepegel HQ1000 + 100-jährliche Wellenhöhen
- Für die restlichen stehenden Gewässer sind gutachterliche Annahmen zu treffen.

Zur Definition der Szenarien sind Feldbegehungen durchzuführen.

### **Berücksichtigung von Massnahmen**

Geplante, aber noch nicht umgesetzte Hochwasserschutzmassnahmen (Projekte) dürfen bei der Szenarienbildung nur dann berücksichtigt werden, wenn sie finanziell und rechtlich gesichert sind. Die Auswahl der zu berücksichtigenden Projekten erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Gemeinde und dem Gebietsingenieur des AWEL. Hierfür entscheidend, ist das für die Gefahrenkartierung festgelegte Stichdatum (vgl. Kapitel 3.1).

Mobile Schutzmassnahmen dürfen in der Gefahrenkartierung nicht berücksichtigt werden.

### **Hinweisprozesse**

Ein weiterer Teil der Schwachstellenanalyse ist die Untersuchung von Hinweisprozessen. Zu untersuchen sind die Hinweisprozesse Oberflächenabfluss, Ufererosion, Übermürung,

---

<sup>7</sup> Es ist zu beachten, dass die auf [www.swisslakes.net](http://www.swisslakes.net) angegebene Wellenhöhe (Sig. Wave Height) der totalen Amplitude zwischen der Krone und dem Tiefpunkt der Welle entspricht. Sie muss also halbiert werden.

Grundwasseranstieg über Terrain und Rückstau von öffentlichen Gewässern in die Kanalisation<sup>8</sup> mit Wasseraustritt an die Oberfläche.

In der Analyse dieser Hinweisprozesse ist festzustellen, wo und in welchem Ausmass sie auftreten können. Dies führt zu wertvollen Informationen für die Szenarienbildung. Die Methoden zur Untersuchung der Hinweisprozesse werden in Absprache mit dem AWEL festgelegt.

Für den Hinweisprozess Oberflächenabfluss liegt eine schweizweite Kartierung vor, welche im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, des Schweizerischen Versicherungsverbands SVV und der Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG erarbeitet wurde. Diese Karte, welche drei Intensitäten für den Oberflächenabfluss (jedoch keine Jährlichkeiten) aufweist, wird dem Gefahrenkarten-Dossier als zusätzliche Karte beigelegt. Auf der Gefahrenkarte selber werden die Flächen unterschiedlicher Intensitäten bzgl. Oberflächenabfluss zusammengefasst (vgl. Anhang A6).

Hinweisflächen zu bekannten Hinweisprozessen sind in der Gefahrenkarte nur innerhalb des Untersuchungsperimeters, in der Schwachstellenkarte jedoch auch ausserhalb einzuzeichnen.

## Dokumentation

Sämtliche Abflusswerte sind im Technischen Bericht tabellarisch aufzuführen. Für die Dokumentation ist die **Hydrologie-Tabelle in Anhang A2** zu übernehmen.

Die Ergebnisse der Schwachstellenanalyse sind im Technischen Bericht, in der Schwachstellentabelle und in der Schwachstellenkarte so zu dokumentieren, dass sie für Dritte nachvollziehbar sind. **Die Vorlage der Schwachstellentabelle (Anhang A3) ist für die Dokumentation zu übernehmen.** Weiter ist während dieses Arbeitsschritts eine Fotodokumentation als Bestandteil des Technischen Berichts aufzubauen. In der Fotodokumentation sind alle untersuchten Schwachstellen aufzuführen.

## 5.3. Gefahrenbeurteilung

### 5.3.1. Wirkungsanalyse

Ausgehend von den identifizierten Schwachstellen werden für die relevanten Szenarien die Ausbreitung der Überflutungen und ihre Intensitäten festgestellt. **Für die Hinweisprozesse genügt es, die Ausdehnung der betroffenen Flächen zu bestimmen.**

Zur Ermittlung der Fliesswege und Überflutungsflächen kommen je nach Situation unterschiedliche Methoden zur Anwendung:

<sup>8</sup> Hinweisprozess «Rückstau in Kanalisation»: Bei hohen Wasserspiegeln in Gewässern kann es zu einem Rückstau in die Kanalisation hinein und infolgedessen zu Wasseraustritten an die Oberfläche bei tief liegenden Schächten kommen. Damit sind jedoch **nicht** Wasseraustritte aufgrund von Rückstau durch ungenügende Kapazitäten in der Kanalisation selbst gemeint (keine Naturgefahr, daher in der Gefahrenkartierung nicht berücksichtigt).

- **Steiles Gelände**

Im Rahmen von Feldbegehungen werden die Fliesswege, Überflutungsflächen und Intensitäten gutachterlich abgeschätzt (bekannt als «Methode der Fliesswege»).

- **Flaches Gelände und/oder grosses Schadenpotenzial**

Die Ausbreitung der Überflutung und die resultierenden Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten werden mittels 2D-Modellen bestimmt.

In diesem Fall muss das Digital Terrain Model (DTM) entsprechend aufbereitet werden (Berücksichtigung relevanter Bruchkanten, u.a. Strassen, Eisenbahnlinien, Mauern, Dämme). Häuser werden als nicht durchströmbar modelliert, sie müssen für die Modellierung ausgeschnitten oder deutlich erhöht eingebaut werden. Bei der Kartenerstellung nach der Modellierung sind Gebäude, die vollkommen umströmt werden, ebenfalls einzufärben. Ausnahmen bei grösseren Gebäuden in Randgebieten der Überflutungsbereiche sind zulässig.

Die Ergebnisse von 2D-Modellierungen müssen anlässlich von Feldbegehungen präzisiert und verifiziert werden.

Die modellierten Überflutungsflächen sind zu generalisieren (vgl. Kap. 7.3.2 und Kap. 7.4.7) und Kleinstflächen zu bereinigen.

Liegt die relevante Schwachstelle ausserhalb des Untersuchungsperimeters, ist auch die Ausbreitung der Überflutung ausserhalb des Untersuchungsperimeters zu bestimmen (ohne Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeit).

Schwachstellen in Eindolungen sollen in der Gefahrenkarte abgebildet werden, und zwar an der gutachterlich bestimmten Stelle der Ausuferung (je nach Fall: Einlauf zur Eindolung oder Schacht).

Die Überflutungsflächen müssen in Flächen von verschiedener Intensität (Wassertiefe, Fliessgeschwindigkeit) unterteilt werden. Die Einteilung der Intensitätsstufen richtet sich nach den Empfehlungen des Bundes:

Tabelle 2 Definition Intensität Hochwasser

Gefahrenart (Prozess)	Schwache Intensität	Mittlere Intensität	Starke Intensität
Hochwasser	$h < 0.5 \text{ m}$	$2 \text{ m} > h > 0.5 \text{ m}$	$h > 2 \text{ m}$
Überschwemmung (inkl. Übersarung)	oder $v \cdot h < 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	oder $2 \text{ m}^2/\text{s} > v \cdot h > 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	oder $v \cdot h > 2 \text{ m}^2/\text{s}$

Für die Wassertiefe wird eine feinere Unterteilung verlangt (vgl. Kap. 7.3.3).

Beim Unterprozess Seehochwasser sind die festgelegten Koten mit den Höhenlagen des Ufers zu vergleichen. Wo es zu Überflutungen kommt, ist deren Ausdehnung und Intensität (Wassertiefe) zu bestimmen.

Die Ausdehnungen der von Hinweisprozessen betroffenen Flächen sind zu bestimmen, im Feld zu überprüfen und digital zu erfassen.

### 5.3.2. Wassertiefenkarten

Die Ergebnisse der Wirkungsanalyse sind in den Intensitätsdatensätzen für 30-, 100-, 300-jährliche und HQ1000-Ereignisse digital zu erfassen. In diesen Datensätzen ist für jede Fläche eine Prozessquelle, konkret das die Überflutung verursachende Gewässer, zu erfassen. Sich überlappende Flächen verschiedener Prozessquellen sind separat zu erfassen.

Mit den Datensätzen werden Wassertiefenkarten für die verschiedenen Jährlichkeiten erzeugt. Wo sich Überflutungsflächen überlagern, ist die jeweils grösste Wassertiefe darzustellen. Ebenfalls in den Wassertiefenkarten sind die Fliessrichtung mittels «Fliesspfeilen» sowie die Überflutungsgebiete ausserhalb des Untersuchungsperimeters darzustellen.

Auf den Wassertiefenkarten muss klar ersichtlich sein, ob bei überfluteten Strassen auch die angrenzenden Grundstücke betroffen sind.

Falls die Abstufungen der Wassertiefen im Kartenmassstab 1:5'000 aufgrund von speziellen Situationen (u.a. steile Böschungen) nicht vernünftig dargestellt werden können, kann eine vereinfachte Darstellung gewählt werden.

Grundsätzlich sind sowohl für die Qualität der Datensätze als auch der Karten die im Kap. 7 beschriebenen Anforderungen einzuhalten.

### 5.3.3. Gefahrenkarte Hochwasser

Die Bestimmung der Gefahrenbereiche erfolgt durch das Überlagern der Intensitätsdatensätze sowie der beim HQ1000-Szenario betroffenen Flächen unter Berücksichtigung des Gefahrenstufendiagramms gemäss den Empfehlungen des Bundes. Für jede Fläche wird die massgebende Matrixfeldnummer bestimmt. Massgebend ist diejenige Matrixfeldnummer, die als erste der folgenden Reihenfolge vorkommt: 9-8-7-6-5-3-4-2-1-10. Die Farbe des massgebenden Matrixfeldes bestimmt die Gefahrenstufe (rot = erhebliche Gefährdung, blau = mittlere Gefährdung, gelb = geringe Gefährdung, gelb-weiss gestreift = Restgefährdung).

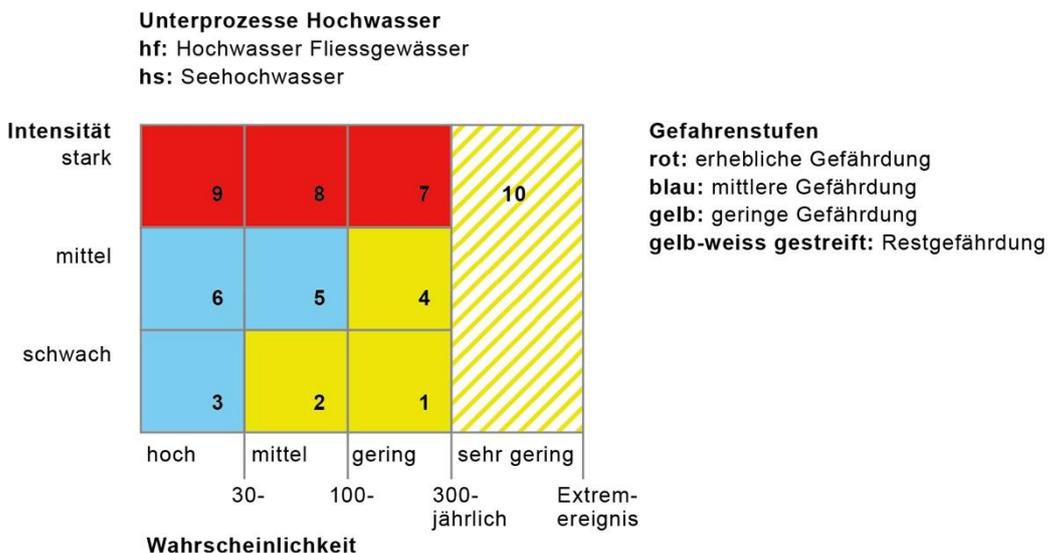


Abbildung 2 Gefahrenstufendiagramm Prozess Hochwasser

#### **5.3.4. Synoptische Gefahrenkarte**

Aus den beiden Gefahren Datensätzen Hochwasser und Massenbewegungen (vgl. Kap. 6.3.2) wird ein synoptischer Datensatz für die Gefahrenbereiche beider Hauptprozesse erstellt.

Es werden Gefahrenkarten Hochwasser und synoptische Gefahrenkarten gemäss den Anforderungen im Kap. 7 erstellt.

## **5.4. Massnahmen**

### **5.4.1. Massnahmenvorschläge**

Auf der Basis der Gefahrenkartierung sind im Sinne einer Auslegeordnung Massnahmenvorschläge zu erarbeiten. Diese Vorschläge sind als erste Ideen zu verstehen, welche die Gemeinden bei der Umsetzung der Gefahrenkarte unterstützen können. Prioritär sind Massnahmenvorschläge für die Gebiete mit grossen Risiken und/oder mit Schutzdefiziten zu erarbeiten.

Gemäss den Vorgaben im Kanton Zürich ist der Schutz vor Hochwassergefahren primär durch präventive Massnahmen sicherzustellen:

- 1. Priorität: Unterhaltsmassnahmen
- 2. Priorität: Raumplanerische und baurechtliche Massnahmen

Erst, wenn diese Massnahmen nicht ausreichen, sind vorzusehen:

- 3. Priorität: Bauliche Massnahmen am Gewässer
- 4. Priorität: Objektschutz

Parallel zu den oben genannten Massnahmen sind organisatorische Massnahmen (Interventionsplanung, etc.) vorzusehen, um Risiken in der Übergangsphase bis zur Umsetzung von Massnahmen oder danach Restrisiken zu reduzieren.

Gewässerbezogene Massnahmen sollen neben der Entschärfung der Hochwassergefahr auch die Funktionen des Gewässers als Lebensraum, Landschaftselement und Erholungsraum gebührend berücksichtigen.

Bereits vorliegende Massnahmenplanungen sind zu berücksichtigen. Die darin vorgeschlagenen Massnahmen sind im Technischen Bericht der Gefahrenkarte zu zitieren oder – falls zweckmässigere Massnahmen gefunden werden können – kritisch zu hinterfragen.

#### **5.4.2. Massnahmenbewertung**

Die Massnahmen müssen nach den folgenden Kriterien qualitativ bewertet werden:

Technische Machbarkeit	Machbarkeit, Auswirkungen auf die Gewässer, Schadenreduktion, Schadenverlauf bei Überlastfall
Wirtschaftliche Verhältnismässigkeit	Grobabschätzung des Verhältnisses der Kosten der Schutzmassnahmen zur Wirksamkeit bezüglich Schadenreduktion
Ökologische Wirkung	Auswirkungen auf Lebensraum, Wasserhaushalt, Artenvielfalt etc.
Politische / gesellschaftliche Aspekte	Möglicher Kostenteiler, Bezeichnung der Nutzniesser, betroffene Interessenvertreter (Grundeigentümer, Erholungssuchende, Fischer, etc.)

Die Bewertung erfolgt anhand der Bewertungsstufen positiv, negativ und neutral.

#### **5.4.3. Dokumentation**

Die Massnahmenvorschläge sind, zusätzlich zu einer Auflistung in Tabellen, jeweils pro Gewässer in einigen Sätzen zu beschreiben. Im Text sind die Massnahmen genauer zu erläutern bezüglich ihrer Funktionalität und räumlichen Wirkung. Dazu können einzelne Massnahmen zu zweckmässigen Massnahmengruppen zusammengefasst werden. Ausserdem sind, soweit bekannt, Schwergewichte zu setzen und erwartete Herausforderungen bei der Umsetzung zu erwähnen.

# 6. Beurteilung der Massenbewegungsgefährdung

## 6.1. Prozesse

Tabelle 3 gibt einen Überblick über den Hauptprozess Massenbewegungen.

Tabelle 3 Überblick über den Hauptprozess Massenbewegungen

Hauptprozess Massenbewegungen	
<b>Unterprozesse</b>	Hangmuren Rutschungen spontan Rutschungen permanent Steinschlag / Blockschlag
	<b>Szenarien</b> 30- / 100- / 300-jährlich / 1000-jährlich (Extremereignis)
<b>Hinweisprozesse</b>	Inaktive Rutschungen

Der Hauptprozess Massenbewegungen umfasst die Unterprozesse Hangmuren, Rutschungen spontan, Rutschungen permanent und Steinschlag/Blockschlag<sup>9</sup>. Für diese Unterprozesse werden Szenarien entwickelt, Intensitätsflächen mit Jährlichkeiten bestimmt sowie Gefahrenbereiche festgelegt.

Für die Gefahrenkartierung im Kanton Zürich werden die Rutschungen und die Hangmuren in Anlehnung an AGN (2004), das Risikokzept der Planat (2009) sowie die BWG-Empfehlung (1997) wie folgt voneinander abgegrenzt:

### Hangmure

Hangmuren sind ein relativ rasch und meist oberflächlich abfliessendes Gemisch aus Boden, Lockergestein, Vegetation und Wasser (Ausbildung einer Gleitfläche ist möglich). Das Volumen ist im Allgemeinen auf wenige tausend Kubikmetern beschränkt. Auslöser für Hangmuren sind z.B. Quellaustritte, heftige oder langandauernde Niederschläge oder intensive Schneeschmelze und wassergesättigte Böden.

Weil der Übergang von spontanen Rutschungen, insbesondere bei hohem Wassergehalt, zu den Hangmuren fliegend ist, werden spontane Rotationsrutschungen, deren Volumen in

<sup>9</sup> Die Prozesse Fels- und Eissturz werden nicht als eigenständige Unterprozesse behandelt. Falls diese Prozesse auftreten, sind sie unter dem Unterprozess Steinschlag/Blockschlag zu subsumieren und im Technischen Bericht entsprechend zu erläutern.

der Regel beschränkt ist, ebenfalls dem Unterprozess Hangmuren zugeordnet. Bei spontanen Rotationsrutschungen handelt es sich um spontane Rutschungen, d.h. Lockergesteinsmassen, die infolge eines plötzlichen Verlustes der Scherfestigkeit unter Ausbildung einer Bruchfläche bzw. Gleitfläche plötzlich und schnell abgleiten.

### **Spontane Rutschung**

Dem Unterprozess spontane Rutschung werden spontane Translationsrutschungen zugeordnet, d.h. Lockergesteinsmassen, die infolge eines plötzlichen Verlustes der Scherfestigkeit unter Ausbildung einer Bruchfläche bzw. Gleitfläche plötzlich und schnell abgleiten können. Die allgemeine Flächenausdehnung von Translationsrutschungen kann bis zu mehreren Quadratkilometer und deren Mächtigkeit bis zu mehreren Dekameter betragen.

### **Permanente Rutschung**

Bei permanenten Rutschungen handelt es sich um Rutschungen mit ausgebildeter Gleitfläche, die sich kontinuierlich (permanent) und gleichmässig über lange Zeiträume hangabwärts bewegen (Bewegung wenige Zentimeter pro Jahr).

## **6.2. Gefahrenerkennung**

### **6.2.1. Grundlagenbeschaffung**

Zuerst werden alle vorliegenden Grundlagendaten beschafft. Diese umfassen:

- Bestellung und Übernahme der beim GIS-Zentrum des Kantons verfügbaren digitalen Raumdaten gemäss «Beilage Grundlagen» in den Submissionsunterlagen (Datenbezug ist kostenlos).
- Sichtung und Zusammenstellung von geologischen Karten und Grundlagen (Studien, geologische Gutachten, Projekte von Schutzbauwerken, Daten von Überwachungsvorrichtungen) sowie weiteren Spezialkarten wie geomorphologische, hydrogeologische und geotechnische Karten, u.a. zu beziehen vom Baugrundarchiv des Tiefbauamts.
- Schadendaten der GVZ und der WSL für Schäden durch Steinschlag, Rutschungen und Hangmuren

Die Anmerkung bzgl. Grundlagen, die seit der bisherigen Gefahrenkartierung neu vorhanden sind, gilt es auch für den Hauptprozess Massenbewegungen (vgl. Kap. 5.2.1) zu beachten.

### **6.2.2. Ereignisdokumentation**

Der Hauptprozess Massenbewegungen ist in die Bearbeitung der Ereignisdokumentation einzubeziehen. Beschreibungen des Ablaufs, der Ausdehnung und der Auswirkungen früherer Ereignisse bilden eine wichtige Grundlage für die Karte der Phänomene und liefern wertvolle Hinweise für die Identifikation von Szenarien, für die Abschätzung der Wiederkehrdauer sowie die Ausscheidung von Gefahrenbereichen.

### **6.2.3. Schwachstellenanalyse und Szenarien Geländeanalyse**

Beim Hauptprozess Massenbewegungen werden die Intensitäten und Häufigkeiten hauptsächlich gutachterlich beurteilt und im Gegensatz zum Hauptprozess Hochwasser nur punktuell durch Berechnungen und Modellierungen ergänzt. Kern der Schwachstellenanalyse ist deshalb die Geländeanalyse zur Erstellung der Karte der Phänomene. Sie hält die im Feld beobachteten Merkmale und Indikatoren sowie deren Interpretation kartographisch und textlich fest.

#### **Karte der Phänomene**

In der Karte der Phänomene werden Ausbruch- und Prozessräume sowie «stumme Zeugen» von früheren Gefahrenereignissen dargestellt. Sie umfasst grundsätzlich das gesamte Gebiet des Untersuchungsperimeters. Die Karte der Phänomene ist Bestandteil des Gefahrenkarten-Dossiers und wird mindestens im Massstab 1:10'000 gedruckt. Die Symbolisierung muss sich nach der erweiterten Legende gemäss «Symbolbaukasten zur Kartierung der Phänomene» des Bundes (1995) richten. Ansonsten bestehen keine Vorgaben zur Form der Karte.

#### **Szenarien**

Basierend auf den Erkenntnissen aus der Ereignisdokumentation und der Geländeanalyse sowie Informationen aus weiteren Grundlagen werden die relevanten Szenarien festgelegt.

Für die Unterprozesse Steinschlag/Blockschlag, Hangmuren und spontane Rutschungen werden jeweils Szenarien mit einer 30-, 100-, 300- und 1000-jährlichen Wiederkehrperiode festgelegt. Für die Erfassung der möglichen Restgefährdung wird zudem ein Extremszenario festgelegt. Bei den permanenten Rutschungen werden die Szenarien ohne Jährlichkeit festgelegt, weil es sich um kontinuierliche Prozesse handelt.

Es ist zu prüfen, ob sich die Szenarien der Hochwasserprozesse und der Massenbewegungsprozesse gegenseitig beeinflussen und ob sich daraus neue, kombinierte Szenarien ergeben können. Beispielsweise ist zu untersuchen, ob Rutschprozesse Gerinne aufstauen können und dadurch die Gefahr von Flutwellen besteht.

Für die Unterprozesse permanente Rutschungen, spontane Rutschungen und Hangmuren hat die Festlegung der Szenarien anhand der Empfehlung der AGN «GefahrenEinstufung Rutschung i.w.S.» zu erfolgen.

Im Folgenden werden einige Hinweise für die Definition von Szenarien gegeben:

#### **- Unterprozess Steinschlag/Blockschlag**

Beim Unterprozess Steinschlag/Blockschlag sind das Trennflächengefüge im Ausbruchsbereich sowie die Ablagerungen im Transit- und Ablagerungsbereich zu beachten. Die Häufigkeiten verschiedener Stein- und Blockgrössen sind massgebend für die Festlegung der Szenarien. Weiter muss die Beschreibung des Feldebefundes Angaben zu Wasseraustritten und Klüftungen sowie zu Schutzbauten und «Grünem Schutz» (z.B. Schutzwald) enthalten. Der «Grüne Schutz» ist bei der Beurteilung als Minderungsfaktor zu berücksichtigen. Die Erfahrung zeigt auch, dass Waldpartien, die kürzer als 200 – 300 m

sind, nur einen beschränkten Schutz darstellen und von einzelnen Steinen häufig ungehindert passiert werden können.

- **Unterprozess permanente Rutschungen**

Bei den permanenten Rutschungen ist die Rutschgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

- **Unterprozess spontane Rutschungen**

Bei den spontanen Rutschungen ist zu beachten, dass sie häufig als Sekundärrutschungen in der Front von permanenten Rutschungen auftreten.

- **Unterprozess Hangmuren**

Bei den Hangmuren werden die Szenarien ausgehend von «Stummen Zeugen» und der kritischen Hangneigung mittels eines Flussdiagramms über verschiedene Hemm- und Förderfaktoren bestimmt. Die kritische Hangneigung, ab welcher es zu Anrissen von Hangmuren kommen kann, ist auf Basis Stummer Zeugen und, wenn möglich, aufgrund der Hangneigungsverteilung dokumentierter Hangmuren-Ereignisse zu bestimmen. Es ist dabei zu prüfen, ob aufgrund der Charakteristik des Untersuchungsperimeters mehr als eine kritische Hangneigung bestimmt werden muss – z.B. Unterscheidung zwischen Gebiete mit Molasse und Moränen. Wird keine Differenzierung vorgenommen, ist dies zu begründen.

Die Intensität der Hangmuren wird im Feld beurteilt. Modelle können als Unterstützung hinzugezogen werden.

Der Unterprozess Hangmuren ist nur zu kartieren, wenn folgende Kriterien erfüllt sind:

- Die offene Fläche beträgt mindestens 200 m<sup>2</sup>
- Die Länge eines genügend steilen Abhanges beträgt mindestens 10 m
- Die Anrissbreite beträgt mindestens 10 m

## **Künstliche Böschungen**

Künstliche Böschungen/Abtragungen werden für die Gefahrenkarte nicht berücksichtigt, da es sich um keine Naturgefahr im eigentlichen Sinne handelt. Jedoch sind bekannte Ereignisse auf der Karte der Phänomene darzustellen und im Technischen Bericht zu beschreiben.

## **Hinweisprozesse**

Inaktive Rutschung werden als Hinweisprozess erfasst. Als "inaktive Rutschungen" werden Rutschungen bezeichnet, die sich mehrere Jahre nicht bewegen, durch Bauarbeiten oder andere äusseren Einflüsse wieder aktiviert werden können.

Ergeben die Untersuchungen in diesem Arbeitsschritt, dass nicht alle beobachteten Phänomene den vier Unterprozessen zugeordnet werden können, so können in Absprache mit dem AWEL weitere Hinweisprozesse definiert werden – z.B. Absenkungen (Dolinen).

## **Dokumentation**

Die Ergebnisse der Schwachstellenanalyse sind im Technischen Bericht, in den Szenarienblättern und in der Karte der Phänomene so zu dokumentieren, dass sie für Dritte nachvollziehbar sind. Weiter sind die relevanten Schwachstellen und Prozessspuren in einer Fotodokumentation festzuhalten.

## 6.3. Gefahrenbeurteilung

### 6.3.1. Wirkungsanalyse

In der Wirkungsanalyse werden für die festgelegten Szenarien die Intensitäten und die betroffenen Flächen bestimmt. Für das Extremereignis genügt es, die Ausdehnung der betroffenen Flächen zu bestimmen.

Für die Festlegung der Intensitäten und der betroffenen Flächen ergibt sich folgender Abklärungsbedarf:

- **Blockschlag/Steinschlag**  
Die Einteilung der Intensitätsstufen erfolgt nach den Empfehlungen des Bundes. Dazu müssen die Energien und Reichweiten ermittelt werden. Bei geringem Schadenpotenzial genügen gutachterliche Beurteilungen und der Einsatz von Schätzmethode (z.B. Pauschalgefällemethode). Bei hohem Schadenpotenzial sind Sturzsimulationen anzuwenden.
- **Hangmuren, Rutschungen spontan und Rutschungen permanent**  
Die Abgrenzung der Prozessflächen erfolgt grundsätzlich im Gelände. Für die Zuteilung der Intensitätsstufen sind je nach Prozess die Mächtigkeit sowie die Rutschgeschwindigkeit in Kombination mit Ver- und Entschärfungskriterien gemäss Empfehlung AGN (Anhänge A4 und A5) zu berücksichtigen. Bei den Hangmuren wird auf das Kriterium Staudruck verzichtet.

Die Ergebnisse der Wirkungsanalyse werden in den Intensitätsdatensätzen für 30-, 100-, 300- sowie 1000-jährliche Ereignisse digital erfasst. In den Intensitätsdatensätzen ist für jede Fläche eine Prozessquelle zu erfassen. Diese müssen mit den Bezeichnungen im Technischen Bericht übereinstimmen. Sich überlappende Flächen verschiedener Prozessquellen sind separat zu erfassen. Es werden keine gedruckten Intensitätskarten für Massenbewegungen erstellt. Für jede Prozessquelle ist erkenntlich zu machen, welches Szenario für die Festlegung der Gefahrenstufe massgebend ist.

### 6.3.2. Gefahrenkarte Massenbewegungen

Die Bestimmung der Gefahrenbereiche und die Erzeugung des Gefahrendatensatzes erfolgt analog zum Hauptprozess Hochwasser.

Weil bei den permanenten Rutschungen keine Jährlichkeit angegeben werden kann, kommt für diesen Unterprozess ein vereinfachtes Gefahrenstufendiagramm zur Anwendung. Die Reihenfolge für die Bestimmung der massgebenden Matrixfeldnummer ist: 3-2-1. Bei permanenten Rutschungen ist keine Ausscheidung von Restgefährdungen vorgesehen.

Für die sogenannten brutalen Prozesse Steinschlag/Blockschlag, spontane Rutschungen und Hangmuren ist zu beachten, dass bei den Matrixfeldern mit diagonaler Unterteilung der Gefahrenstufe jeweils die höhere Gefährdungsstufe zur Anwendung kommt. Abweichungen davon sind im entfernten Auslaufbereich von Hangmuren möglich. Hier kann mit Begründung und nach Absprache mit dem AWEL die schwächere Gefahrenstufe verwendet werden. Im Anrissgebiet von Hangmuren, wo Feststoffe verlagert werden, ist jedoch grundsätz-

lich von einem brutalen Prozess auszugehen und damit die jeweils höhere Gefährdungsstufe zu verwenden. Damit ändert die Reihenfolge für die Bestimmung der massgebenden Matrixfeldnummer im Vergleich zum Prozess Hochwasser auf: 9-8-7-6-5-4-3-2-1-10

Weil die spontanen Rutschungen praktisch durchwegs hohe Intensitäten aufweisen, kommen für diesen Unterprozess in der Regel nur die Matrixfelder 9, 8 und 7 zur Anwendung.

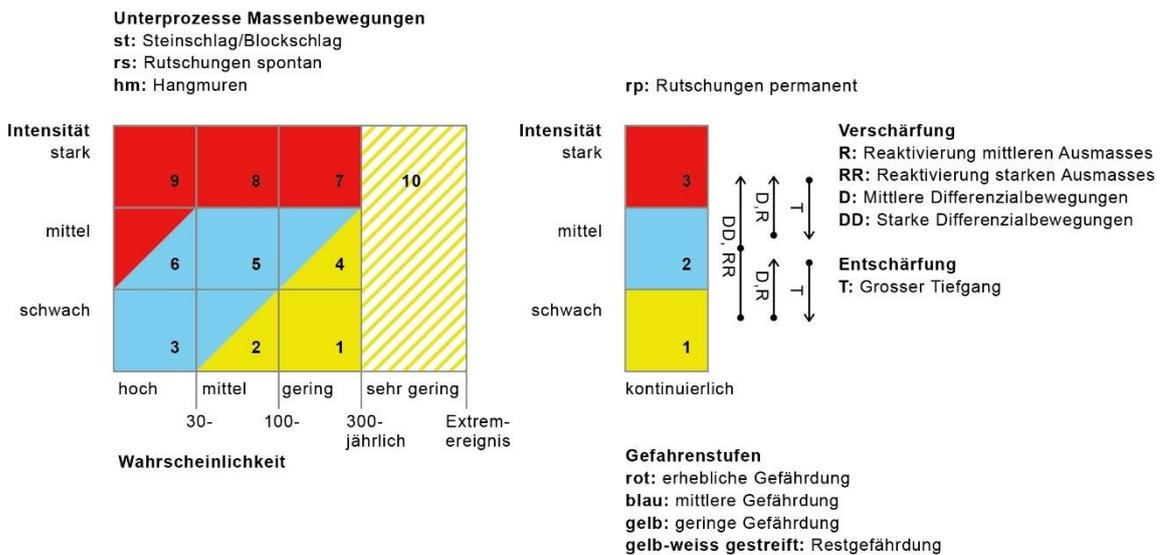


Abbildung 3 Gefahrenstufendiagramm Prozess Massenbewegungen

### 6.3.3. Synoptische Gefahrenkarte

Aus den beiden Gefahrendatensätzen Hochwasser (vgl. Kap. 5.3.3) und Massenbewegungen ist ein synoptischer Datensatz für die Gefahrenbereiche beider Hauptprozesse zu erstellen.

Die Gefahrenkarten Massenbewegungen und die synoptische Gefahrenkarte sind gemäss den Anforderungen im Kap. 7 zu erstellen.

## 6.4. Massnahmen

### 6.4.1. Massnahmenvorschläge

Für den Hauptprozess Massenbewegungen ist für Gebiete mit grossen Risiken und/oder mit Schutzdefiziten eine Auslegeordnung von möglichen Massnahmenvorschlägen zu erstellen.

Folgende Massnahmenkategorien sind zu berücksichtigen:

- 1. Priorität: Pflegemassnahmen Schutzwald
- 2. Priorität: Raumplanerische Massnahmen

Erst, wenn diese Massnahmen nicht ausreichen, sind vorzusehen:

- 3. Priorität: Technische Massnahmen (z.B. Biologischer Verbau, Schutznetze, Injektionen, Auffang-/Leitdämme etc.)
- 4. Priorität Objektschutz im Gebäudebereich und in der Umgebung

Parallel zu den oben genannten Massnahmen sind auch organisatorische Massnahmen (Interventionsplanung, etc.) in den Massnahmenvorschlägen zu berücksichtigen, um Risiken in der Übergangsphase bis zur Umsetzung von Massnahmen oder danach Restrisiken zu reduzieren.

#### **6.4.2. Massnahmenbewertung**

Die Massnahmenbewertung erfolgt nach denselben Kriterien wie in Kap. 5.4.2.

#### **6.4.3. Dokumentation**

Zur Dokumentation der Massnahmenvorschläge gelten dieselben Hinweise wie in Kap. 5.4.3.

# 7. Produkte Gefahrenkartierung Naturgefahren

## 7.1. Umfang der abzugebenden Produkte

### 7.1.1. Projektdossier

Das Projektdossier enthält folgende Karten und Berichte:

- Technischer Bericht (siehe Kapitel 7.2)
- 4 Wassertiefenkarten (HQ30, HQ100, HQ300, HQ1000)
- Schwachstellenkarte
- Karte der Phänomene
- Gefahrenkarte Hochwasser
- Gefahrenkarte Massenbewegungen<sup>10</sup>
- Synoptische Gefahrenkarte
- Zusatzkarte Oberflächenabfluss
- evtl. zusätzliche Grundlagenkarten (in Absprache mit dem AWEL)
- Datenträger mit sämtlichen Dokumenten

Die Prozesse Hochwasser und Massenbewegungen sind einheitlich zu dokumentieren. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn verschiedene Büros die Prozesse bearbeiten (Subunternehmer, ARGE).

Den Gemeinden sind nur die jeweils für sie relevanten Kartenblätter abzugeben. Dasselbe gilt sinngemäss auch für den Anhang des technischen Berichts.

Für die Kalkulation der Nebenkosten ist die Abgabe der Sitzungsunterlagen (vgl. Kap. 2.1) sowie folgende Anzahl Dossiers (in Papierform, inkl. beiliegender Datenträger) zu berücksichtigen:

- Vernehmlassung: 1 digitales Dossier für das AWEL + 1 physisches und digitales Dossier pro Gemeinde
- Definitive Version: 1 Dossier für den Erlass durch die Baudirektion + 2 Dossiers pro Gemeinde (eines davon gekennzeichnet «Feuerwehr»). Alle Dossiers auch in digitaler Form.

### 7.1.2. Projektdokumentation

Dem AWEL sind in einer Projektdokumentation digital zusätzliche Daten abzugeben, um die spätere Nachvollziehbarkeit und Ergänzung der Arbeiten zu gewährleisten. Die Dokumentation muss übersichtlich zusammengestellt sein und folgende Elemente umfassen, sofern sie nicht im Technischen Bericht dokumentiert sind:

- Querprofilgeometrien für sämtliche untersuchten Gewässer

---

<sup>10</sup> Falls wegen starker Überlagerung verschiedener Prozesse die Gefährdungssituation nicht nachvollziehbar ist, können in Absprache mit dem AWEL zwei separate Gefahrenkarten für Sturz und Rutschungen erstellt werden.

- Eingabeparameter für die Modellierungen und Angaben zu den verwendeten Modellen (das AWEL behält sich das Recht vor, zu einem späteren Zeitpunkt die Modellierungsdaten zu beziehen und für die Bearbeitung von Projekten anderen Büros abzugeben.)
- Digitale Daten für hydraulische Längenprofile der 1D-Modellierung (nur für Gewässer im kantonalen Unterhalt): Wasserspiegel und Energielinien für HQ30/HQ100/HQ300/HQ1000, mittlere Sohle, Ufer links und Ufer rechts
- Weitere Erhebungen, Auswertungen, Berechnungen und Ergebnisse der ausgeführten Arbeiten

### **7.1.3. Geodaten in GIS**

Zum Projektabschluss werden alle in Kap. 7.3 beschriebenen Datensätze vollständig und topologisch bereinigt ausgeliefert.

## **7.2. Technischer Bericht**

Im Technischen Bericht werden das methodische Vorgehen, die einzelnen Arbeitsschritte, die getroffenen Annahmen und die Ergebnisse der Gefahrenkartierung beschrieben und erläutert. Der Berichtsteil ist dabei in knapper und klarer Form zu halten und muss nachvollziehbar sowie für die Adressaten verständlich sein. Ausführliche Erläuterungen zu Methoden und Berechnungsannahmen sind im Anhang aufzuführen.

**Der Technische Bericht setzt sich mindestens zusammen aus:**

- Hauptteil
- Ereigniskataster
- Hydrologiekarte
- Hydrologietabelle
- Schwachstellentabelle Hochwasser
- Gefahrenbeurteilung Massenbewegung
- Fotodokumentation
- Massnahmenabelle

Im Rahmen der Revision einer Gefahrenkartierung stellt das Aufzeigen der Veränderungen gegenüber der bisherigen Gefahrenkarte ein wichtiges Element dar. Der Vergleich hat folgende Aspekte zu beinhalten und muss im Technischen Bericht dokumentiert werden:

- Änderungen in der revidierten gegenüber der bisherigen Gefahrenkarte:  
Erläuterung aller wesentlichen Veränderungen (zusätzliche und reduzierte)
- Gründe für diese Änderungen:
  - Änderungen bezüglich Untersuchungsperimeter, Bearbeitungsmethodik, Annahmen, Grundlagen, etc.
  - Neue umgesetzte wasserbaulichen Massnahmen, Bauprojekte, etc.

Gemeinsame Abbildung der bisherigen und der revidierten Gefahrenkarte auf einer A3- oder A4-Seite. Auf eine Differenzdarstellung wird aber bewusst verzichtet.

## 7.3. GIS-Datenerfassung

### 7.3.1. Datengrundlagen

Der Kanton Zürich stellt für die Erarbeitung der Gefahrenkarten Geodaten zur Verfügung. Diese Geodaten sind in der «Beilage Grundlagen» in den Submissionsunterlagen aufgeführt und können beim Geodaten-Shop des Kantons Zürich bezogen werden.

### 7.3.2. Datendokumentation

#### Datenformat

Der Geodatenatz der Gefahrenkartierung Naturgefahren umfasst die Intensitätsflächen, die Gefahrenbereiche und die Hinweisflächen der beiden Hauptprozesse Hochwasser und Massenbewegungen sowie die synoptischen Datensätze der Gefahrenbereiche und der Untersuchungsperimeter sowie die Prozessquellentabelle. Die Datensätze sind gemäss folgender Konvention benannt:

<b>Intensitätsflächen und rote Fließpfeile</b>	<i>Hochwasser</i>	<i>Massenbewegungen</i>	
30-jährliches Ereignis	HW_IK30	MB_IK30	
100-jährliches Ereignis	HW_IK100	MB_IK100	
300-jährliches Ereignis	HW_IK300	MB_IK300	
1000-jährliches Ereignis	HW_IK1000	MB_IK1000	
Rote Pfeile	Rote_Fliesspfeile		
<b>Gefahrenbereiche</b>	<i>Hochwasser</i>	<i>Massenbewegungen</i>	<i>Synoptisch</i>
	HW_GK	MB_GK	Syn_GK
<b>Prozessbereiche kantonaler Gewässer</b>	<i>Hochwasser</i>		
30-jährliches Ereignis	HW_PB_30		
100-jährliches Ereignis	HW_PB_100		
300-jährliches Ereignis	HW_PB_300		
1000-jährliches Ereignis	HW_PB_1000		
<b>Schwachstellen</b>	<i>Hochwasser</i>		
Punktförmige Schwachstellen	Schwachstellen_punkt		
Linienförmige Schwachstellen	Schwachstellen_linie		
<b>Hinweisbereiche</b>	<i>Hochwasser</i>	<i>Massenbewegungen</i>	
	HW_hindat	MB_hindat	
<b>Prozessquellen</b>	<i>Hochwasser und Massenbewegungen</i>		
	Syn_PQ		
<b>Untersuchungsperimeter</b>	<i>Hochwasser und Massenbewegungen</i>		
	Syn_Perimeter		

Die Daten müssen als ESRI File Geodatabase abgegeben werden. Es wird eine das Datenmodell und den Untersuchungsperimeter umfassende File Geodatabase zur Verfügung gestellt.

## Geometrie

Die Intensitäts- und Gefahrenbereiche beginnen grundsätzlich am Gewässerrand, bei Uferverbauungen (z.B. Dämmen) an der gewässerseitigen Oberkante des Bauwerks. Die Gewässerfläche bleibt ausgespart.

Die Flächendaten müssen folgenden Anforderungen genügen:

- Alle Polygone sind geschlossen und haben keine Self-Intersections.
- Es gibt keine Multipart-Polygone.
- Es gibt keine aneinandergrenzenden Polygone mit identischen Attributwerten. Solche Polygone müssen zu einem Polygon vereinigt werden.
- Es gibt keine Kleinstflächen oder -inseln kleiner als 20 m<sup>2</sup>. Kleinstflächen und -inseln sind zu generalisieren. Dazu müssen sie mit der Nachbarfläche mit der längsten gemeinsamen Grenzlinie vereinigt werden.
- Die Datensätze HW\_GK, MB\_GK und Syn\_GK weisen in sich keine überlappenden Flächen auf. Es ist eine Toleranz („cluster tolerance“) von 0.01 m anzuwenden (auch bei der Topologieprüfung)
- Die Datensätze der Intensitätsflächen HW\_IK...und MB\_IK... weisen keine überlappenden Flächen der gleichen Prozessquelle (pq\_id) auf.
- Alle Flächen der Intensitätsdatensätze HW\_IK30 müssen innerhalb der Flächen von HW\_IK100, alle Flächen von HW\_IK100 müssen innerhalb der Flächen von HW\_IK300 liegen, alle Flächen von HW\_IK300 müssen innerhalb **der Flächen von HW\_IK1000 und alle Flächen von HW\_1000 müssen innerhalb** der Flächen von HW\_GK liegen. Dasselbe gilt für die Intensitätsflächen der Massenbewegung und deren Gefahrenkarte. Es ist eine Toleranz („cluster tolerance“) von 0.01 m anzuwenden (auch bei der Topologieprüfung)
- Alle Flächen von HW\_GK, MB\_GK, GK\_Syn müssen innerhalb der Flächen von Syn\_Perimeter liegen
- Die Flächen von HW\_hindat und MB\_hindat können, wo bekannt, auch ausserhalb der Flächen von Syn\_Perimeter liegen.
- Die Prozessbereiche der kantonalen Gewässer müssen deckungsgleich mit den entsprechenden Intensitätsflächen der jeweiligen Jährlichkeit sein.

Die Georeferenzierung bezieht sich auf das Schweizerische Landeskoordinatensystem (LV95). Die X/Y-Domain umfasst den Perimeter des Kantons Zürich (2'660'000/1'220'000 – 2'730'000/1'290'000).

### **7.3.3. Attributierung**

Es sind ausschliesslich die im Folgenden definierten Attributschemata zu verwenden. Sind durch die Bearbeitung weitere Attribute entstanden, so sind diese zu entfernen (ausgenommen Datenformat-spezifische Attributfelder). Jedes Objekt muss vollständig attribuiert werden.

## Intensitätsflächen Hochwasser und rote Pfeile

Die Intensitätsdatensätze *HW\_IK30*, *HW\_IK100*, *HW\_IK300* und ***HW\_IK1000*** müssen folgendes Attributschema haben.

Intensitätsflächen Hochwasser			
Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
pq_id	Long integer		Eindeutige Identifikationsnummer der Prozessquelle (gemäss separater Tabelle Syn_PQ)
p_typ	Long integer	[1, 2]	Typ des Unterprozesses: 1 = Hochwasser Fließgewässer, 2 = Seehochwasser
tiefe_30 tiefe_100 tiefe_300 <b>tiefe_1000</b>	Short integer	[1 - 8] [1 - 8] [1 - 8] <b>[1 - 8]</b>	Wassertiefe für die angegebene Prozessquelle (pq_id): 1 = < 0.25 m, 2 = 0.25 – 0.50 m, 3 = 0.50 – 0.75 m, 4 = 0.75 – 1.00 m, 5 = 1.00 – 1.50 m, 6 = 1.50 – 2.00 m, 7 >= 2.00 m, 8 = nicht definiert (Überschwemmung ausserhalb Untersuchungsperimeter)
int_30 int_100 int_300 <b>int_1000</b>	Short integer	[0 - 3] [0 - 3] [0 - 3] <b>[0 - 3]</b>	Intensitätsstufe für die angegebene Prozessquelle (pq_id): 0 = nicht definiert (Überschwemmung ausserhalb Untersuchungsperimeter), 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark
change_date	Date		Datum der Erstellung/letzten Änderung

Wenn eine Schwachstelle ausserhalb des Untersuchungsperimeters liegt, kann den überfluteten Flächen ausserhalb des Perimeters der Code 8 für das Attribut *tiefe\_...* zugewiesen werden. Diese Flächen erhalten keine Intensität und werden für die Erstellung der Gefahrenkarte nicht berücksichtigt.

Auch die roten Fließpfeile werden als Geodaten erfasst. Sie markieren Intensitätsflächen mit einer hohen Fließgeschwindigkeit von  $v > 1$  m/s. Der Pfeil ist in der Mitte der jeweiligen Fläche zu platzieren. Die roten Fließpfeile *Rote\_Pfeile* müssen folgendes Attributschema haben.

Rote Fließpfeile (Rote_Pfeile)			
Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
jaehrlichkeit	Short integer	<b>[1 - 4]</b>	Falls $v > 1$ m/s: 1 = HQ30, 2 = HQ100, 3 = HQ300, <b>4 = HQ1000</b>
richtung	Short integer	[0 - 360]	Azimet, d.h. 0 = Norden, 90 = Westen, etc.

## Gefahrenbereiche Hochwasser

Die *HW\_GK* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
gestufe_hw	Short integer	[1 - 4]	Massgebende Gefahrenstufe für den Hauptprozess Hochwasser, abgeleitet aus Matrixfeldnummer und Unterprozess, unter Anwendung der Gefahrenstufendiagramme: 1 = Restgefährdung, 2 = geringe Gefährdung, 3 = mittlere Gefährdung, 4 = erhebliche Gefährdung
label_hw	Text 20		Label für Gefahrenkarte Hochwasser mit Code Unterprozess (hf = Hochwasser Fließgewässer, hs = Seehochwasser) und massgebender Matrixfeldnummer. Schreibweise: ohne Leerschläge, Angaben zu überlagernden Prozessen durch Schrägstrich getrennt; Beispiel: hf5/hs1

## Hinweisflächen Hochwasser

Der Hinweisdatensatz *HW\_hindat* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
prozess	Short integer	[1 - 5]	1 = Oberflaechenabfluss, 2 = Ufererosion, 3 = Uebermuring/Übersarung, 4 = Rueckstau in Kanalisation, 5 = Grundwasseranstieg

Wert 1 (Oberflächenabfluss) gilt für Gefahrenkarten vor 2018. Seit Bestehen der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss muss dieser Prozess nicht mehr im Hinweisdatensatz abgebildet werden.

## Schwachstellen Hochwasser

Auf den Schwachstellenkarten wird zwischen punkt- und linienförmigen Schwachstellen unterschieden.

- Die punktförmigen Schwachstellen stellen punktuelle Verengungen im Gerinne dar (Brücken oder Einläufe in Eindolungen und Entlastungsleitungen, andere Bauwerke oder auch lokale Verengungen in offenen Gerinneabschnitten). Wenn eine punktuelle Verengung kein Defizit aufweist, wird der Punkt trotzdem erfasst und entsprechend attribuiert («Untersucht, keine Schwachstelle»). Kritische punktuelle Verengungen sind einzeln zu untersuchen und gemäss Ergebnis zu attributieren. Der Punkt wird auf der Gewässerachse platziert, die Lagegenauigkeit beträgt 10 m.
- Die linienförmigen Schwachstellen stellen Uferabschnitte mit einem Kapazitätsdefizit dar. Sie müssen bei Gewässern (Seen, Bächen und Flüssen) im kantonalen Unterhalt und falls relevant auch bei kommunalen Gewässern angegeben werden, und zwar für beide Uferseiten. Wenn sich eine Schwachstelle bei den Abklärungen nicht bestätigt, wird die

Linie entsprechend attribuiert («Untersucht, keine Schwachstelle»). Daraus folgt, dass bei Gewässern im kantonalen Unterhalt durchgehend entlang beider Ufer eine Beurteilung inkl. entsprechender Attributierung erfolgt. Die Linien werden auf der Böschungsoberkante oder um bis zu 10 m nach aussen versetzt platziert, die Lagegenauigkeit beträgt 10 m.

Das Szenario (ungenügende hydraulische Kapazität oder Verklauung), bei welchem es als erstes zu Ausuferungen kommt, ist massgebend und muss auf der Schwachstellenkarte mit dem entsprechenden Ring dargestellt werden.

Die Schwachstellendatensätze *Schwachstellen\_punkt* und *Schwachstellen\_linie* müssen das Attributschema gemäss untenstehender Tabelle haben.

Die zwei Ebenen haben die gleichen Attribute, bis auf das Attribut Beschriftung. Es wird nur bei den punktförmigen Schwachstellen geführt.

Das Attribut Beschriftung (**Schwachstellenummer**) setzt sich zusammen aus der pq\_id (vgl. Attributierung Prozessquelle) und drei weiteren Stellen (Bindestrich plus zwei Ziffern), welche die Schwachstelle im Gewässer nummerieren, mit in Fliessrichtung aufsteigender Zahl, Beispiel: **10100001-01**.

Schwachstellendatensätze ( <i>Schwachstellen_punkt</i> und <i>Schwachstellen_linien</i> )			
Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
jaehrlichkeit	Short integer	[1 - 5]	1 = Austritt ab HQ30, 2 = Austritt ab HQ100, 3 = Austritt ab HQ300, 4 = Austritt ab HQ1000, 5 = kein Austritt
szenario	Short integer	[1 - 5]	Gründe: 1 = hydraulisch, 2 = verklaust, 3 = hydraulisch und verklaust, 4 = anderer Grund für Wasseraustritt, 5 = kein Austritt Der Wert 5 ist nur gültig, wenn der Wert der jaehrlichkeit 5 (= kein Austritt) beträgt.
			Fortlaufende eindeutige Nummer in der Form: pq_id-01
beschriftung	<b>Text 20</b>		Die Beschriftung wird nur bei den punktförmigen Schwachstellen geführt. Das Label muss mit der Bezeichnung in der Schwachstellentabelle übereinstimmen.

## Prozessbereich kantonale Gewässer

Als Prozessbereich kantonale Gewässer werden Überflutungsbereiche bezeichnet, die von einem kantonalen Gewässer ausgehen. Die Datensätze *HW\_PB\_30*, *HW\_PB\_100*, *HW\_PB\_300* und ***HW\_PB\_1000*** haben keine Attribute.

## Intensitätsflächen Massenbewegungen

Die Intensitätsdatensätze *MB\_IK30*, *MB\_IK100*, *MB\_IK300* und *MB\_IK1000* müssen folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
pq_id	Long integer		Eindeutige Identifikationsnummer der Prozessquelle (gemäss separater Tabelle Syn_PQ)
p_typ	Long integer	[11 - 13]	Typ des Unterprozesses: 11 = Steinschlag/Blockschlag, 12 = Rutschung spontan, 13 = Hangmuren
int_30	Short integer	[0 - 3]	Intensitätsstufe für die angegebene Prozessquelle (pq_id): 0 = nicht definiert, 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark
int_100		[0 - 3]	
int_300		[0 - 3]	
int_1000		[0 - 3]	
change_date	Date		Datum der Erstellung/letzten Änderung

Bei permanenten Rutschungen *MB\_IKp* ist im Intensitätsdatensatz die resultierende Intensität anzugeben, nicht die Geschwindigkeit. Sofern angewendet, müssen Ver- bzw. Entschärfungskriterien angegeben werden.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
pq_id	Long integer		Eindeutige Identifikationsnummer der Prozessquelle (gemäss separater Tabelle Syn_PQ)
int_p	Short integer	[0 - 3]	Intensitätsstufe für die angegebene Prozessquelle (pq_id): 0 = nicht definiert, 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark
kriterien	Short integer	[0 - 5]	Ver- und Entschärfungskriterien: 0 = keine, 1 = D, 2 = R, 3 = DD, 4 = RR, 5 = T
change_date	Date		Datum der Erstellung/letzten Änderung

## Gefahrenbereiche Massenbewegungen

Der Gefahrendatensatz *MB\_GK* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
gefstufe_mb	Short integer	[1 - 4]	<p>Massgebende Gefahrenstufe für alle Massenbewegungen, abgeleitet aus Matrixfeldnummer und Unterprozess, unter Anwendung der Gefahrenstufendiagramme:</p> <p>1 = Restgefährdung, 2 = geringe Gefährdung, 3 = mittlere Gefährdung, 4 = erhebliche Gefährdung</p>
label_mb	Text 20		<p>Label für Karte aller Massenbewegungen mit code Unterprozess (st = Steinschlag/Blockschlag, rp = Rutschungen permanent, rs = Rutschungen spontan, hm = Hangmuren), massgebender Matrixfeldnummer und ggf. Ver-/Entschärfungskriterium (D, R, DD, RR, T); Schreibweise: ohne Leerschläge, Angaben zu überlagernden Prozessen durch Schrägstrich getrennt; Beispiel: rp6R/hm1</p>
gefstufe_sturz	Short integer	[0 - 4]	<p>Massgebende Gefahrenstufe für alle Massenbewegungen, abgeleitet aus Matrixfeldnummer und Unterprozess, unter Anwendung der Gefahrenstufendiagramme:</p> <p>0 = keine, 1 = Restgefährdung, 2 = geringe Gefährdung, 3 = mittlere Gefährdung, 4 = erhebliche Gefährdung</p>
label_sturz	Text 20		<p>Label für separate Gefahrenkarte Sturzprozesse mit code Unterprozess (st = Steinschlag/Blockschlag) und massgebender Matrixfeldnummer; Beispiel: st5</p>
gefstufe_rutschug	Short integer	[0 - 4]	<p>Massgebende Gefahrenstufe für alle Massenbewegungen, abgeleitet aus Matrixfeldnummer und Unterprozess, unter Anwendung der Gefahrenstufendiagramme:</p> <p>0 = keine, 1 = Restgefährdung, 2 = geringe Gefährdung, 3 = mittlere Gefährdung, 4 = erhebliche Gefährdung</p>
label_rutschung	Text 20		<p>Label für separate Gefahrenkarte Rutschungen mit code Unterprozess (rp = Rutschungen permanent, rs = Rutschungen spontan, hm = Hangmuren), massgebender Matrixfeldnummer und ggf. Ver-/Entschärfungskriterium (D, R, DD, RR, T); Schreibweise: ohne Leerschläge, Angaben zu überlagernden Prozessen durch Schrägstrich getrennt; Beispiel: rp6R/hm1</p>

## Hinweisflächen Massenbewegungen

Der Hinweisdatensatz *MB\_hindat* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
prozess	Short integer	[1]	1 = inaktive Rutschung

Bekannte **inaktive Rutschungen**, die über den Untersuchungsperimeter hinausreichen, sind ebenfalls abzugeben.

## Synoptischer Datensatz

Der synoptische Datensatz *Syn\_GK* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
gefstufe_hw	Short integer	[0 - 4]	Gefahrenstufe des Hauptprozesses Hochwasser gemäss Attribut <i>gefstufe_hw</i> des Datensatzes <i>HW_GK</i>
gefstufe_mb	Short integer	[0 - 4]	Gefahrenstufe des Hauptprozesses Massenbewegungen gemäss Attribut <i>gefstufe_mb</i> des Datensatzes <i>MB_GK</i>
gefstufe	Short integer	[1 - 4]	Massgebende Gefahrenstufe (höchste in den Attributen <i>gefstufe_HW</i> und <i>gefstufe_MB</i> vorkommenden Gefahrenstufe)

## Prozessquellen

Um eine eindeutige Identifikation der Prozessquellen sicherzustellen, wird eine 8-stellige Zahl gebildet (pq\_id).

Die Prozessquellentabelle Syn\_PQ muss folgendes Attributschema haben:

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
pq_id	Long integer		Eindeutige Identifikationsnummer der Prozessquelle, 8 Ziffern: - Erste drei Ziffern: Nummer des Projektpakets - letzte fünf Ziffern: Gewässernummer (bei vierstelligen Gewässernummern vorgängig «0» einfügen). Bei Massenbewegungen: Start bei 00001
pq_name	Text 50		Name der Prozessquelle
zuordnung	Short integer	[0 - 2]	Zuordnung des Gewässers: 0 = keine Zuordnung zu Gewässer (d.h. Massenbewegungen), 1 = kommunal, 2 = kantonal
gewaessernummer	Long integer		Kantonale, 5-stellige Gewässernummer (bei Massenbewegungen: kein Eintrag)

## Untersuchungsperimeter

Der Datensatz des Untersuchungsperimeters *Syn\_Perimeter* muss folgendes Attributschema haben.

Attribut	Typ	Werte	Bedeutung
prozess	Short integer	[1]	1 = HW und MB

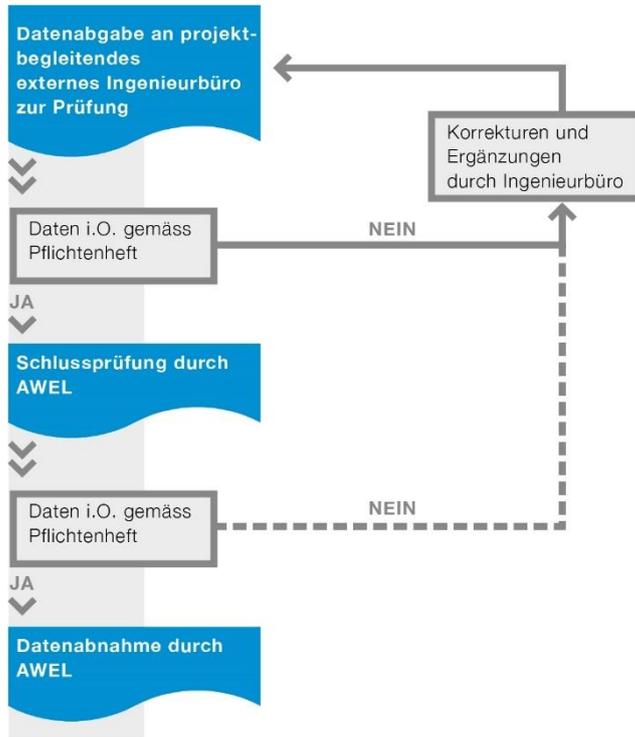
### 7.3.4. Datenabgabe und Qualitätskontrolle

Bei der Datenabgabe sind folgende Punkte zu beachten:

- Die beauftragten Ingenieurbüros liefern bis zum Projektabschluss für jede Kartierung alle vollständigen, topologisch bereinigten Datensätze ab.
- Das Ergebnis muss als Gesamtdatensatz abgegeben werden. Teillieferungen werden nicht entgegengenommen. Dies gilt auch bei Teilkorrekturen, Anpassungen und Ergänzungen.
- Es ist eine Kurzdokumentation zum Lieferumfang und Dateninhalt gefordert.
- Die Daten sind digital zu übermitteln.

Die Datensätze sind zur Vorprüfung (Stand Vernehmlassungsdossier) und zur Schlussprüfung an das projektbegleitende externe Ingenieurbüro zu liefern, bevor die Datenabnahme durch das AWEL/GIS-Verantwortlicher, Abt. Wasserbau, erfolgt. Die Datenabgabe ist erst

nach Abschluss allfälliger Korrekturrunden und der Datenabnahme durch das AWEL beendet.



## 7.4. Darstellung der Karten

### 7.4.1. Symbolisierungen

Um eine einheitliche Darstellung der Gefahren- und Intensitätskarten sicherstellen zu können, sind im Kap. 8 die Symbolisierungen vorgegeben.

### 7.4.2. Titelblätter

Titelblattvorlagen für das Projektdossier, den Technischen Bericht und die Karten werden durch das AWEL abgegeben. Das Layout dieser Vorlagen ist zu übernehmen. Anpassungen im Sinne gestalterischer Optimierungen können durchgeführt werden.

### 7.4.3. Masstab

Die Gefahren-, Wassertiefen- und Schwachstellenkarten sowie auch die Zusatzkarte Oberflächenabfluss werden im Masstab 1:5'000 erstellt. Der Masstab der Karte der Phänomene ist frei wählbar, mindestens jedoch 1:10'000.

### 7.4.4. Blattschnitt/Hintergrundplan

Das Projektteam schlägt einen optimalen Blattschnitt für das Projektgebiet vor. Ziel ist es, den Untersuchungsperimeter jeder Gemeinde möglichst nur auf einem Blatt abzubilden. Der Blattschnitt wird in Absprache mit dem AWEL festgelegt.

Als Hintergrundplan ist der Übersichtsplan gemäss obenstehenden Masstabsangaben zu verwenden und blattfüllend, d.h. über die Gemeindegrenzen hinaus, darzustellen.

#### 7.4.5. Darstellung bei Gemeindefusionen

Bei der Gefahrenkartierung in einer Gemeinde, welche mit einer anderen Gemeinde fusioniert hat, werden auf den Karten nur die Informationen des neu revidierten Gemeindeteils dargestellt. Der Untersuchungsperimeter für die Revision ist mit der üblichen Symbolisierung einzutragen.

#### 7.4.6. Darstellung bei Teilrevisionen

Bei Teilrevisionen sind auf den Karten die Informationen der gesamten Gemeinde darzustellen. Der Untersuchungsperimeter für die Teilrevision ist mit der üblichen Symbolisierung einzutragen. Auf dem Titelblatt der Karten ist die Bezeichnung der Teilrevision aufzuführen.

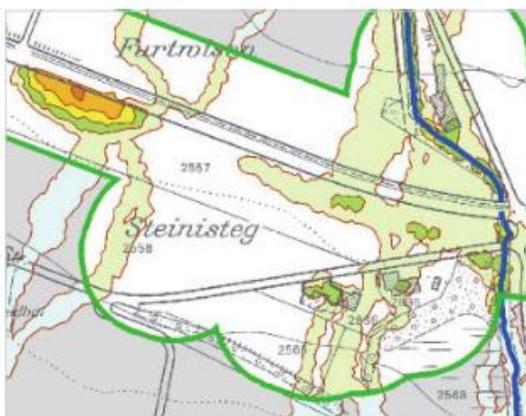
#### 7.4.7. Weitere Hinweise zu Darstellungen auf den Karten

##### Schwachstellenkarte

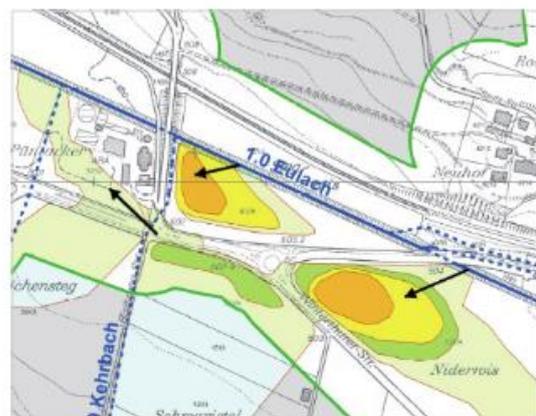
- Zusätzliche Objekte (z.B. Dotiergerinne oder Hochwasserrückhaltebecken, Pegelmessstationen, etc.) oder Kommentare können in Absprache mit dem AWEL auf der Schwachstellenkarte dargestellt werden.
- Bekannte Hinweisflächen, die über den Untersuchungsperimeter hinausreichen, sind auf der Schwachstellenkarte darzustellen.
- Die Bezeichnung der Schwachstellen auf der Karte enthalten die letzten 8 Ziffern **der Schwachstellenummer (Attribut Beschriftung)** (das Projektgebiet wird weggelassen).

##### Wassertiefen- und Gefahrenkarten

- Gewässerflächen werden auf den Karten nicht eingefärbt.
- Der planmässige Überlauf aus einem Gewässer in ein Rückhaltebecken ist auf den Wassertiefenkarten als überfluteter Bereich darzustellen. Entsprechend wird das Rückhaltebecken auf der Gefahrenkarte als gefährdeter Bereich ausgewiesen. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn im Bereich des Rückhaltebeckens Nutzungen stattfinden.
- Die Polygonränder dürfen möglichst keine Artefakte aus der Datenstruktur der Modellierung zeigen. Es dürfen also keine Rechteck- oder Dreieckformen vorhanden sein, die nicht reale Begebenheiten widerspiegeln.



Schlechtes Beispiel: Dreieckselemente aus der Modellierung erkennbar



Gutes Beispiel: Polygonränder generalisiert

## Wassertiefenkarten

- An Stellen, wo die Fliessgeschwindigkeit  $> 1$  m/s beträgt, sind rote Pfeile in Fliessrichtung darzustellen.
- Flächen verschiedener Prozessquellen mit derselben Wassertiefe: Auf den Wassertiefenkarten ist die Darstellung von braunen Berandungslinien innerhalb von Überflutungsflächen derselben Wassertiefe zu vermeiden. Im Geodatenatz bleiben die unterschiedlichen Flächen, verursacht durch mehrere Prozessquellen, jedoch erhalten.
- Brücken über dem Gewässer werden nur eingefärbt, wenn Wasser von einer Uferseite auf die andere Uferseite fliesst. Es sind Fliessrichtungspfeile zu ergänzen. Brücken, die überströmt werden, weil das Lichtraumprofil zu klein ist, werden nicht eingefärbt.
- Wassertiefen im Umland auf mehreren Terrainniveaus, z.B. bei Strassenunter- und -überführungen: Es wird jeweils die höhere Wassertiefe dargestellt, egal ob sich diese in der Unterführung, auf Terrainhöhe oder auf der Überführung befindet.

## Gefahrenkarten

- Die Gefährdungsflächen sind mit Unterprozess und Matrixfeldnummer zu beschriften (Attribut label\_hw von HW\_GK, Symbolisierung gemäss Vorlage **Kap. 8**). Die Beschriftung soll nur für Flächen  $> 100$  m<sup>2</sup> erfolgen.
- Bei permanenten Rutschungen setzt sich das Label aus den ursprünglichen Werten zusammen, welche zur Intensität führen.<sup>11</sup>

## Synoptische Gefahrenkarte

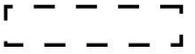
- Hinweisflächen sind gemäss der zusammenfassenden Symbolisierung (siehe Vorlage **Kap. 8**) darzustellen.
- Die Gefährdungsflächen sind nicht mit Labels zu beschriften.

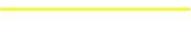
---

<sup>11</sup> Beispiel: Geschwindigkeit (z.B. Rp1) + Verschärfung (z.B. R).  
Diese Fläche wäre auf der Gefahrenkarte blau darzustellen und mit dem Label Rp1R zu kennzeichnen.

# 8. Symbolisierung für die Geo- daten und Kartenerstellung

Symbolisierung	Farbangaben und Grössen	Legende
<b>Alle Karten</b>		
	RGB 104/104/104	Objekte der Hintergrundkarte wie Gebäude, Strassen etc. (über thematische Flächen gelegt, jedoch unter Linien und Punkten)
	RGB 0/77/168 Line Width 2.0 pt Beschriftung Gewässername: Arial 12, bold, RGB 0/77/168 Kilometrierung bei kantonalen Gewässern (GEWISS, falls vorhanden): Arial 7, RGB 0/77/168	Untersuchte Gewässer offen
	RGB 0/77/168 Line Width 2.0 pt, pattern: 3 / 3 pt Beschriftung Gewässername: Arial 12, bold, RGB 0/77/168 Kilometrierung bei kantonalen Gewässern (GEWISS, falls vorhanden): Arial 7, RGB 0/77/168	Untersuchte Gewässer eingedolt
	RGB 0/77/168 Line Width 0.5 pt	Übrige Gewässer
	Outline: RGB 56/168/0 Line Width 2.0 pt, pattern: 6 / 6 pt	Untersuchungsperimeter
	RGB 225/225/225	Ausserhalb Untersuchungsperimeter
	Outline: RGB 165/245/122 Line Width 1.2 pt, pattern: 6 / 6 / 2 / 6 pt	Gemeindegrenze
<b>Gefahrenkarte</b>		
	RGB 255/0/0 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	erhebliche Gefährdung (Verbotsbereich)
	RGB 115/223/255 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	mittlere Gefährdung (Gebotsbereich)
	RGB 255/255/0 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	geringe Gefährdung (Hinweisbereich)
	RGB 255/255/0 Angle 45°, Line Width 2.0 pt, Separation 6.25 pt Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Restgefährdung (Hinweisbereich)
hf5/hs3	Beschriftung Gefährdungsflächen: Arial 6, bold, RGB 0/0/0	Kurzbezeichnung für Unterprozess und Matrixfeldnummer (siehe Abbildung und Technischer Bericht)

Symbolisierung	Farbangaben und Grössen	Legende
<b>Gefahrenkarte Hochwasser</b>		
	RGB 230/0/169 Angle -45°, Line Width 0.75 pt, Separation 2.5 pt 70 % Transparenz	Oberflächenabfluss, vgl. Zusatzkarte
	RGB 156/92/0 Line Width 2.0 pt, Separation 4.25 pt	Ufererosion
	RGB 156/92/0 Angle 45°, Line Width 1.0 pt, Separation 3 pt	Übermuerung (Murgang) / Übersarung
	Outline: RGB 0/0/0 Line Width 2.0 pt, pattern: 5 / 5 pt	Rückstau in Kanalisation
	RGB 0/77/168 Point Size 3 pt, Separation 7pt	Grundwasseranstieg
<b>Gefahrenkarte Massenbewegungen</b>		
	RGB 202/122/245 Angle 90°, Line Width 0.5 pt, Separation 4 pt	inaktive Rutschungen
<b>Synoptische Gefahrenkarte</b>		
	RGB 230/152/0 Angle 45°, Line Width 0.5 pt, Separation 5 pt	Hinweisprozesse
<b>Wassertiefenkarten HQ<sub>30</sub>, HQ<sub>100</sub>, HQ<sub>300</sub></b>		
	RGB 240/255/210 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe < 0.25 m
	RGB 189/222/100 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe 0.25 – < 0.50 m
	RGB 255/249/79 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe 0.50 – < 0.75 m
	RGB 242/190/58 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe 0.75 – < 1.00 m
	RGB 219/138/50 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe 1.00 – < 1.50 m
	RGB 237/116/150 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe 1.50 – < 2.00 m
	RGB 224/0/150 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Wassertiefe >= 2.00 m
	Outline: RGB 255/0/0 Line Width 1.0 pt, pattern: 4 / 2 pt	Prozessbereich von Gewässern im kantonalen Unterhalt
	RGB 0/0/0 Point Size 1.5 pt, Separation 5.66 pt	Seehochwasser
	RGB 0/0/0 «Pfeil», Länge ca. 0.6 cm	Austrittsstellen / Hauptfliessrichtung
	RGB 255/0/0 «Pfeil», Länge ca. 0.6 cm	Hohe Fliessgeschwindigkeit
	RGB 235/252/252 Outline: RGB 168/56/0, Line Width 0.4 pt	Überschwemmung ausserhalb Untersuchungsperimeter

Symbolisierung	Farbangaben und Grössen	Legende
<b>Schwachstellenkarte</b>		
	RGB 255/0/0 Point Size 10 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Punktförmige Schwachstelle Austritt ab HQ30
	RGB 255/170/0 Point Size 10 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Punktförmige Schwachstelle Austritt ab HQ100
	RGB 255/255/0 Point Size 10 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Punktförmige Schwachstelle Austritt ab HQ300
	RGB 0/112/255 Point Size 10 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Punktförmige Schwachstelle Austritt ab EHQ
	RGB 76/230/0 Point Size 10 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Untersucht, keine Schwachstelle
	RGB 0/190/255 Ring Size 18 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Schwachstelle aufgrund hydraulischer Kapazität
	RGB 170/71/0 Ring Size 22 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Schwachstelle aufgrund Verkläusung
	RGB 0/190/255 RGB 170/71/0 Ring Size 18 pt / 22 pt Beschriftung Schwachstellen-Nr.: Arial 8, bold, RGB 0/0/0	Schwachstelle aufgrund Kombination hydraulische Kapazität / Verkläusung
	RGB 255/0/0 Line Width 1 pt	Linienförmige Schwachstelle Austritt ab HQ30
	RGB 255/170/0 Line Width 1 pt	Linienförmige Schwachstelle Austritt ab HQ100
	RGB 255/255/0 Line Width 1 pt	Linienförmige Schwachstelle Austritt ab HQ300
	RGB 0/112/255 Line Width 1 pt	Linienförmige Schwachstelle Austritt ab EHQ
	RGB 76/230/0 Line Width 1 pt	Untersucht, keine Schwachstelle

Für die Zusatzkarte Oberflächenabfluss werden die Symbolisierungen gemäss Swisstopo verwendet, vgl. Anhang A6.

# **A1 Abflussprozesskarte**

## Anhang 1

### Abflussprozesskarte / Anmerkungen zu HAKESCH

Quelle: "Übertragung der Abflussprozesskarte (ZH), Naturgefahrenkarten Kanton Zürich", Böhlinger AG, 2010

Datenbezug: <http://maps.zh.ch/abflussprozesskarte>

#### Ausgangslage

Für den Kanton Zürich gibt es eine Abflussprozesskarte, die auf umfangreichen Bodenprofilen beruht. Sie enthält flächendeckend den jeweils gebiets-dominanten Abflusstyp.

#### Grundsätze für die Verwendung der Abflussprozesskarte

Die Abflussprozesskarte soll zur Ermittlung der Input-Daten in HAKESCH verwendet werden. Sie ermöglicht den Verzicht auf Bodenansprachen. Die Unterscheidung von Gebieten mit und ohne Wald entfällt (diese Information ist bereits in der Abflussprozesskarte enthalten).

Die untenstehende Tabelle enthält eine Empfehlung für die Abflussbeiwerte, welche den verschiedenen Abflusstypen in der Abflussprozesskarte zugeordnet werden sollen.

Abflussprozesskarten					HAKESCH		
Code	Abflusstyp		Speicher-		WSV	PSI	Alpha
1	Sättigungsoberflaechenabfluss 1	SOF1	0-40	20	15	0.45	79
2	Sättigungsoberflaechenabfluss 2	SOF2	40-100	70	30	0.30	73
3	Sättigungsoberflaechenabfluss 3	SOF3	100-200	150	40	0.10	60
4	Unterirdischer lateraler Abfluss 1	SSF1	0-40	20	20	0.40	76
5	Unterirdischer lateraler Abfluss 2	SSF2	40-100	70	35	0.20	67
6	Unterirdischer lateraler Abfluss 3	SSF3	100-200	150	45	0.10	48
7	Tiefenversickerung	DP	>200	250	60	0.05	36
8	Drainageabfluss 1	D1	0-40	20	20	0.30	73
9	Drainageabfluss 2	D2	40-100	70	25	0.25	67
10	Drainageabfluss 3	D3	100-200	150	30	0.15	60
52	Unmittelbarer Oberflaechenabfluss 2	HOF2	0	0	10	0.45	79
61	Siedlungsgebiet				20	0.40	80
62	Strassen				5	0.80	98
63	Seen				20	0.35	100

	Empfohlene Werte
	Bedingt empfohlene Werte / Verfahren
	Zu überprüfen (Datenlage ungenügend)
	Retentionswirkung von Seen ist gesondert zu betrachten

Tabelle: *Empfehlung für Abflussbeiwerte<sup>1</sup>:*

Die Beiwerte fließen folgendermassen in die Verfahren nach HAKESCH ein <sup>2</sup>

- WSV: Clark-WSL<sup>3</sup>
- PSI: mod. Fließzeitverfahren, Müller
- Alpha: Taubmann

<sup>1</sup> Die Parameter WSV, PSI und Alpha und charakterisieren Speicher- und Infiltrationsvermögen eines Bodentyps.

<sup>2</sup> Wird der Abflussbeiwert WSL nach dem Rickli-Forster-Schema ermittelt, so werden die Abflusswerte deutlich überschätzt.

<sup>3</sup> Das Verfahren Clark-WSL führt nur zu sinnvollen Resultaten, falls der Parameter WSV ausserhalb des Rickli-Forster-Schemas angesetzt wird (hellgrüne Werte in der Tabelle). Eine Anwendung des Verfahrens nach Clark-WSL wird daher nur beschränkt empfohlen.

### **Weitere Anmerkungen zu HAKESCH**

Das Verfahren nach Kölla basiert auf der kumulierten Gewässerlänge, welche auf der Landeskarte 1:25'000 ersichtlich ist. Mit der Gewässernetzkarte des Kantons Zürich 1:5'000 als Grundlage ergeben sich deutlich höhere Werte und somit zu hohe Abflusswerte.

Für Einzugsgebiete, welche einen erhöhten Anteil an Flächen mit den Abflusstypen SSF1, D1 oder HOF2 aufweisen, ist bei der Verwendung der Abflussbeiwerte in Tab. 1 (rosa) Vorsicht geboten. Gebiete mit einem erhöhten Anteil (mind. 20 – 25%) an Siedlung/Strassen/See sind gesondert zu betrachten.

# **A2 Vorlage Hydrologietabelle**

Vorlage Hydrologie-Tabelle																								
Gemeinde: XXX																								
					Werte aus Studien und Projekte [m <sup>3</sup> /s]					Werte aus Gefahrenkarte 'Bezeichnung' 20xx [m <sup>3</sup> /s]				Berechnungen HAKESCH [m <sup>3</sup> /s]				Gewählte Werte Revision [m <sup>3</sup> /s]				Begründung für gewählte Werte Revision		
Bem. Punkt	Gemeinde	Bach	Kantonale Gewässer-Nr.	EZG-Fläche [km <sup>2</sup> ]	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	Quelle	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ			

Stand: 12.12.2023

# **A3 Vorlage Schwachstellenta- belle**

**Vorlage Schwachstellentabelle**

Gemeinde: **Holenwil**

Schwachstellen						Hochwasserabfluss [m³/s]				Kapazität [m³/s]				Szenarien		Bemerkungen	Austritt ab		
Bachname	Kantonale Gewässer-Nr.	Bezeichnung Schwachstelle	X	Y	Profiltyp	HQ30	HQ100	HQ300	EHQ	ohne Berücksichtigung Szenarien <sup>1)</sup>		mit Berücksichtigung Szenarien <sup>2)</sup>		Verklaesung / Auflandung, prozentuale Verlegung des Abflussquerschnitts [%]	Bemerkungen bzgl. Kapazität, Geschiebeablagerungen, Verklaesung mit Schwemmholz	Diverse Erläuterungen	Jährlichkeit des Austritts		
										Q <sub>max</sub>		HQ30	HQ100					HQ300	EHQ
Jottbach	xxxx	14xxxx-01	2'247'901	1'675'404	offen	0.4	0.8	1.1	1.6	1.40		1.40	1.40	1.40	1.40	xxx	Ungenügende Kapazität ab EHQ		EHQ
Jottbach	xxxx	14xxxx-02	2'248'070	1'675'265	Eindolung	0.5	0.9	1.3	1.8	0.55		0.55	0.55	0.30	0.00	xxx	Ungenügende Kapazität ab HQ100, Teilverklaesung ab HQ300, Vollverklaesung bei EHQ	Einlauf Eindolung ist als Schwachstelle bekannt, vgl. Ereignisdokumentation	HQ100
Jottbach	xxxx	14xxxx-03	2'249'125	1'675'288	Brücke	0.6	1.2	1.7	2.4	1.20		1.20	1.20	0.60	0.30	xxx	Ungenügend Kapazität und Teilverklaesung ab HQ300	Austritt nach links (rechts: Uferböschung deutlich höher)	HQ300
Habach	xxxx	14xxxx-01	2'264'919	1'681'017	Durchlass	0.6	1.1	1.5	2.2	0.50		0.20	0.00	0.00	0.00	xxx	Ungenügende Kapazität und Teilverklaesung ab HQ30, Vollverklaesung ab HQ100, Geschiebeauflandung ab HQ100	nach Gefällsknick, daher Geschiebeauflandungen zu erwarten	HQ30
Habach	xxxx	14xxxx-02	2'263'897	1'680'280	Durchlass	0.7	1.3	1.8	2.6	2.80		2.80	1.40	1.40	0.00	xxx	Teilverklaesung ab HQ100, Vollverklaesung ab EHQ	Bauwerk (Einlauf in Eindolung) in schlechtem Zustand, grosses Schwemmholzpotezial	HQ300
Klinkbach	xxxx	14xxxx-01	2'260'211	1'678'752	offen	1.0	1.9	2.7	3.8	3.90		3.90	3.90	3.90	3.90	xxx	kein Austritt	Für Gewährleistung der Kapazität ist ein regelmässiger Uferunterhalt notwendig	kein Austritt

**Anmerkungen zur Tabelle**

- 1) ohne Berücksichtigung Szenarien: Reinwasser
- 2) mit Berücksichtigung Szenarien: mit Sohlenufandungen, (Schwemmholz)-Verklaesungen, etc.

Kapazität genügend
Kapazität knapp genügend (Kapazität mit Berücksichtigung Szenarien ist höchstens 10% grösser als HQx)
Kapazität ungenügend

Fliessgewässer, deren Kapazität mit Hilfe von 1D- oder 2D-Modellierungen ermittelt wurde:  
 - In der Schwachstellentabelle werden nur die punktuellen Schwachstellen (z.B. Brücken) aufgeführt.  
 - Defizite über Flussabschnitte werden in der Schwachstellentabelle nicht aufgeführt. Sie sind auf der Schwachstellenkarte ersichtlich.

**Anmerkungen z.H. Projektgenieure (nicht für Technischen Bericht)**

- In der Schwachstellentabelle werden sämtliche untersuchten Punkte aufgelistet (also auch diejenigen Punkte, für welche die Kapazität bei allen Abflüssen genügend gross ist).
- Die Bezeichnungen der Schwachstellen müssen mit den Bezeichnungen auf der Schwachstellenkarte übereinstimmen.
- Die hier aufgeführten Spalten sind notwendig, um die Nachvollziehbarkeit der Szenarienbildung zu gewährleisten.
- Weitere Spalten können ergänzt werden, z.B. Flurnamen, Abmessungen von Bauwerken, Einzugsgebietsgrössen, etc.
- Der Gemeindename muss auf jeder Seite ersichtlich sein (Ziel: einfache Orientierung im Bericht).

Stand: März 2024

# **A4 Flussdiagramm permanente Rutschungen**

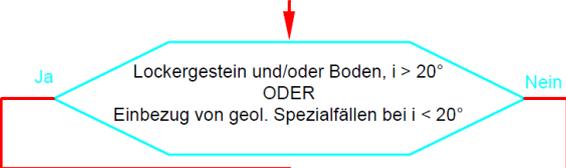
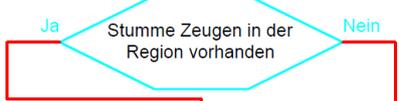
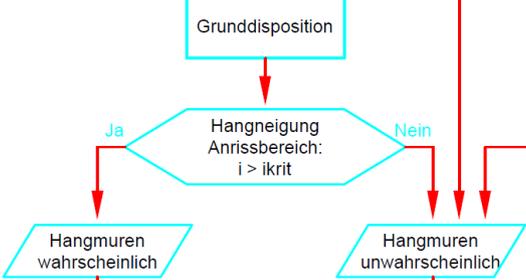
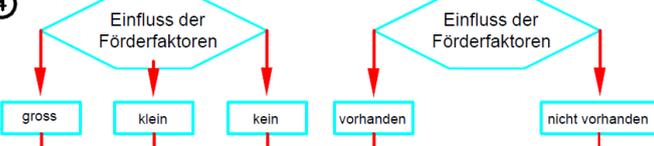
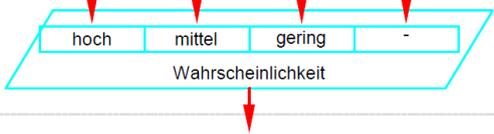


# **A5 Flussdiagramm Hangmuren**

## Anhang 5

# Flussdiagramm und Kriterien zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeiten von Hangmuren

Quelle: "GefahrenEinstufung Rutschungen i.w.S., permanente Rutschungen, spontane Rutschungen und Hangmuren", AGN, 2004

Flussdiagramm	Kommentar
<p>①</p> 	<p>Einschränkung des Untersuchungsgebietes</p> <p>Das Untersuchungsgebiet wird festgelegt. Einbezogen werden Lockergesteinsböschungen und Bodenschichten mit folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hänge mit einer Hangneigung <math>&gt; 20^\circ</math></li> <li>- geologische Spezialfälle, wo Hangmuren bei kleineren Hangneigungen vorkommen können (Gebiete mit geringer Scherfestigkeit, oder mit markanten Gleitflächen, etc.)</li> </ul>
<p>②</p> 	<p>Kartierung und Beurteilung der stummen Zeugen</p> <p>Die stummen Zeugen im Untersuchungsgebiet werden aufgenommen und beurteilt. U.a. wird die kritische Hangneigung (für den Abgang einer Hangmure) und deren Streubreite erfasst.</p>
<p>③</p> 	<p>Einbezug und Beurteilung der Grunddisposition</p> <p>Anhand eines statistischen Ansatzes wird die Grunddisposition eines topographisch und geologisch/geotechnischen Bereiches beurteilt. Anhand der stummen Zeugen wird die durchschnittliche effektive Hangneigung (<math>i_{\text{quer}}</math>) und die Standardabweichung (<math>i_s</math>) für den Abgang einer Hangmure in der Region in Abhängigkeit der Datenlage entweder berechnet oder abgeschätzt. Da es sich dabei um Operationen an Winkelmassen handelt, wird der Mittelwert und die Stdabw. über den Tangens der Neigungen berechnet.</p> <p>Als Schwellenwert zur Ausscheidung von potentiellen Hangmurzonen wird die mittlere Hangneigung (<math>i_{\text{quer}}</math>) um eine Standardabweichung (<math>i_s</math>) abgemindert und als kritische Hangneigung bezeichnet (<math>i_{\text{krit}}</math>).</p> <p>Schlussendlich wird die Neigung des zu beurteilenden Hanges (<math>i</math>) mit der kritischen Hangneigung verglichen. Ist (<math>i</math>) grösser als (<math>i_{\text{krit}}</math>) sind Hangmuren wahrscheinlich.</p>
<p>④</p> 	<p>Einbezug und Beurteilung der Förderfaktoren</p> <p>Die Anzahl der vorhandenen Förderfaktoren (Durchlässigkeitskontraste, Oberflächenbeschaffenheit, Geländeform, etc.) wird einbezogen und beurteilt.</p>
<p>⑤</p> 	<p>Bestimmung der Wahrscheinlichkeit</p> <p>Entsprechend der Beurteilung der Förderfaktoren ergibt sich dann die Eintretenswahrscheinlichkeit der Hangmuren.</p>

# **A6 Zusatzkarte Oberflächenabfluss**

## **Anhang 6**

Für die Zusatzkarte Oberflächenabfluss werden die Symbolisierungen gemäss Swisstopo verwendet (vgl. auch [www.maps.geo.admin.ch](http://www.maps.geo.admin.ch)).

Die Zusatzkarte Oberflächenabfluss wird für die gesamte Gemeindefläche, inkl. eines Streifens von 100 m rundherum, dargestellt.

### **Einfärbung der drei Fliesstiefenklassen**

$0 < h \leq 0.1$ : RGB 255 189 255

$0.1 < h \leq 0.25$ : RGB 223 115 255

$0.25 < h$ : RGB 132 0 168

### **Einfärbung der Pfeile**

Score > 60: RGB 0 103 230

Score > 40 AND SCORE  $\leq$  60: RGB 77 157 255

Score > 28 AND SCORE  $\leq$  40: RGB 153 199 255

### **Auswahl und Länge der Pfeile**

vgl. nachfolgendes Dokument der GVZ/geo7

### **Darstellung von Untersuchungsperimeter und Gemeindegrenze**

Gemäss Symbolisierung in Kapitel 8



GVZ Gebäudeversicherung Zürich  
Thurgauerstrasse 56  
8050 Zürich

# **Gefährdungskarte Oberflächenabfluss: Fließrichtungsvektoren**

**Dokumentation Datensatz Kanton Zürich**

## 1 Einleitung

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, des Schweizerischen Versicherungsverbandes SVV und der Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG wurde durch geo7 die „Gefährdungskarte Oberflächenabfluss Schweiz“ erstellt. Diese wurde über die gesamte Schweiz (ohne Kanton Luzern) nach einem einheitlichen Vorgehen modelliert und zeigt die von Oberflächenabfluss betroffenen Flächen und die zu erwartenden Wassertiefen (klassiert) auf. Die Karte wurde am 3. Juli 2018 veröffentlicht.

Als Rohresultat liegen aus den Modellierungen zur Gefährdungskarte Oberflächenabfluss auch Informationen zur Fließrichtung vor. Eine Aufbereitung und Abgabe dieser Daten war im Rahmen der Erarbeitung der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss von den Auftraggebern nicht vorgesehen, kann aber durch Dritte in Auftrag gegeben werden.

geo7 wurde von der Gebäudeversicherung Zürich beauftragt, die Aufbereitung der Fließrichtungsvektoren als Ergänzung zur Gefährdungskarte Oberflächenabfluss für den Kanton Zürich vorzunehmen. Die berechneten Fließrichtungsvektoren stellen eine Interpretationshilfe zu den in der Oberflächenabfluss Karte Schweiz dargestellten Inhalten dar.

## 2 Berechnungsmethodik

Das für die Modellierung der Gefährdungskarte Oberflächenabfluss verwendete Überflutungsmodell kann pro Rasterzelle 16 verschiedene Richtungsangaben ausgeben. Für jede Rasterzelle (Grösse: 1 m<sup>2</sup>) liegt aus den Modellierungen für 24 Zeitstände eine eigenständige Information zur Fließrichtung des Oberflächenabflusses vor. Diese Raster wurden wie folgt aufbereitet:

- Die aus der Modellierung vorliegenden 24 Zeitstände mit Fließrichtungsvektoren werden zu einem Raster zusammengezogen. Rasterzellen mit uneinheitlichen Fließrichtungen werden für die Berechnung der Fließrichtungsvektoren nicht verwendet.
- Die homogenen Fließrichtungen pro Rasterzelle/Quadratmeter werden für die Massstäbe 1:3'000, 1:6'000 sowie 1:12'500 so generalisiert, dass sie eine möglichst optimale Aussage über die vorherrschende Fließrichtung geben.
- Der Massstab definiert die Länge der Fließrichtungsvektoren. Je nach Massstab ist ein Fließrichtungsvektor 25 m bis 100 m lang. Auf jeder Rasterzelle kann potenziell das Zentrum eines Fließrichtungsvektors zu liegen kommen, der in 16 verschiedene Fließrichtungen zeigen kann.
- Für jede Rasterzelle (potenzieller Zentrumspunkt) wird in Bezug auf alle 16 Fließrichtungsmöglichkeiten sowie für jeden der drei Massstäbe ein Güterwert (Score) bestimmt. Die Fließrichtung mit dem höchsten Score pro Zentrumspunkt wird bestimmt. Potenzielle Fließrichtungsvektoren, welche Hindernisse berühren würden (Häuser, Gletscher) werden eruiert und nicht berücksichtigt.
- Die pro Zentrumspunkt ermittelten Fließrichtungen werden mit ihren dazugehörigen Scorewerten räumlich ausgedünnt, sodass die grössten Score-Werte auf Basis eines je nach Massstab definierten Mindestabstandes übrigbleiben. Durch die Ausdünnung der Fließrichtungsvektoren auf Basis ihrer Score-Werte entstehen die massstabsspezifischen Fließrichtungsvektoren Punkt-Featureklassen, welche sich in der Geodatenbank „Fließrichtungsvektoren.gdb“ (vgl. Kapitel 3) befinden.

### 3 Abgabedaten

Die Abgabedaten sind in folgender Ordnerstruktur abgespeichert:

- Ordner „data“  
Geodatenbank „Fließrichtungsvektoren.gdb“ mit drei Punkt-Featureklassen (vgl. Abbildung 1. Die drei Punkt-Featureklassen unterscheiden sich im Hinblick auf den Massstab, sind jedoch vom Datenmodell identisch aufgebaut. Das Datenmodell wird im Kapitel 4 beschrieben.



Abbildung 1: Punkt-Featureklassen, mit Informationen zu den Fließrichtungsvektoren

- Ordner „lyr“  
lyr-Files für die Symbolisierung der Daten in einer .mxd Datei
- Ordner „mxd“  
Datei „OFACH\_ZH\_Richtungsvektoren.mxd“, welche mit ArcMap (Version 10.4 oder neuer) geöffnet werden kann. In der Datei sind die Fließrichtungsvektoren, welche sich im Ordner „data“ befinden mit der entsprechenden Symbolisierung (Ordner „lyr“) abgebildet. Weiter weisen die einzelnen Layer Definition-Queries auf dem Attribut Score auf, was dazu benutzt wird, sichere/bessere Vektoren dunkler zu färben als unsichere.
- Ordner „pdf“  
Dokumentation der Datenabgabestruktur sowie des Datenmodells der Abgabedaten als PDF-File.

### 4 Datenmodell

Tabelle 1: Datenmodell der Fließrichtungsvektoren

Attribut	Datentyp	Beschreibung
OBJECTID	OID	ID
Shape	Geometry	Feature geometry
DIR	Single	Fließrichtung
SCORE	SHORT	Gütwert des Fließrichtungsvektors

Bern, 15. August 2018