



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

Planung

Christian Schuler
Projektleiter

Egli Engineering



RAKAZ – Risikoanalyse **Hochwasser**

Version 1.0
28. Mai 2014
inklusive Update vom 30. November 2017



**AWEL & Gebäudeversicherung des Kantons
Zürich**

RAKAZ – Risikoanalyse Kanton Zürich

Technischer Bericht

Egli Engineering 

Impressum

Auftraggeber

AWEL Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft
Christian Schuler
Walcheplatz 2
8090 Zürich

Gebäudeversicherung Kanton Zürich
Dörte Aller und Mirco Heidemann
Thurgauerstrasse 56
Postfach
8050 Zürich

Auftragnehmer

Egli Engineering AG St. Gallen
Bogenstrasse 14
9000 St. Gallen

071 274 09 09

info@naturgefahr.ch

www.naturgefahr.ch

Egli Engineering AG Bern
Schwarztorstrasse 87
3007 Bern

031 381 52 90

info@naturgefahr.ch

www.naturgefahr.ch

Angaben zum Projekt

Projektnummer:

186

Berichtstatus:

Schlussbericht

Bearbeitung:

Daniel Rüttimann, Thomas Egli, Martina
Zahnd (Egli Engineering AG),
Mirco Heidemann (GVZ)

Datum:

28.5.2014

Inhalt

1	Zusammenfassung	4
2	Nomenklatur	5
3	Auftrag / Zielsetzung.....	6
3.1	Vorarbeiten	6
3.2	Zielsetzung für das Jahr 2013	7
4	Methodik	7
4.1	Überblick Risikoanalyse	7
4.2	Risiko-Arten	7
4.3	Vorgehen	8
4.4	Datenanalyse	11
4.5	Aufbereitung und Darstellung.....	18
4.6	Einbezug von aktualisierten Gefahrenkarten	18
5	Resultate.....	19
6	Diskussion	20
6.1	Aussagekraft	21
6.2	Nutzen	21
6.3	Schwierigkeiten / Probleme.....	22
6.4	Fehlende Datensätze	23
7	Weiteres Vorgehen.....	23
7.1	Sensitivität und Robustheit.....	24
7.2	Analyse erweitern	24
7.3	Darstellung der Resultate	24
8	Fazit.....	25
9	Quellenverzeichnis	26
10	Anhang	27
10.1	Anhang 1: Einteilung und Klassierung der Themen.....	28
10.2	Anhang 2: Tabelle Datensätze, Stand Januar 2014	29
10.3	Anhang 3: Analyse zur farblichen Darstellung der Rasterzellen.....	41
10.4	Anhang 4: Verwendung der pauschalen Verletzlichkeit.....	44

1 Zusammenfassung

Die Resultate der Gefahrenkartierung zeigen, mit welcher Wahrscheinlichkeit und welcher Intensität in einem Gebiet mit Überschwemmungen gerechnet werden muss. Die Gefahrenkarten geben jedoch keine Auskunft über die Auswirkungen; eine bestimmte Überflutung führt nicht in allen Gebieten und bei allen Schutzgütern zu gleich hohen Schäden (Landwirtschaftszone vs. Industriegebiet). Erst die Verknüpfung der Gefahrengrundlagen mit den Daten zum möglichen Schadenausmass ergibt eine Risikoübersicht. Die Risikoanalyse vereint somit das Wissen um die Gefahr mit dem Wissen über die Schäden, welche im Falle eines Hochwassers erwartet werden. Die Massenbewegungen wurden in diesem Projekt nicht untersucht.

In einem ersten Schritt wurden alle verfügbaren und geeigneten Daten (georeferenzierte Daten in ArcGIS, so genannte Themen) zu den wichtigen Infrastrukturen zusammengetragen. Die einzelnen Themen wurden fünf verschiedenen Risiko-Arten zugeordnet: Versorgungsrisiken, Personen- und Kulturgutrisiken, Umweltrisiken und Sachrisiken. Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Risiko-Arten gewährleisten zu können, wurden die Objekte nach ihrer Wichtigkeit innerhalb der fünf Risiko-Arten klassiert. Diese Klassierung ersetzt in der anschliessenden Berechnung das monetäre Schadenausmass. Das Resultat der Untersuchungen ist qualitativer Art. Dafür enthält diese Risikoanalyse auch nicht oder nur schwer monetarisierbare Schäden.

Schwerpunkt der Arbeit im vorliegenden Bericht ist die Erstellung eines modular aufgebauten Risikomodells, das in Zukunft flexibel erweitert und angepasst werden kann. Zusätzliche oder detailliertere Informationen und Daten können in das bestehende Modell integriert werden. Als Resultat liegt ein Hektarraster über den ganzen Kanton vor, in welchem die Risiken kumuliert werden. Neben Analysen von einzelnen Hot-Spots, sind auch Auswertungen bezüglich des Risikos pro Fluss / Bach oder pro Gemeinde möglich.

Erstmals wurde im Kanton Zürich eine flächendeckende Risikokarte erstellt, welche auf der Basis verschiedenster Schutzgüter erstellt wurde. Diese kantonale Grundlage ist für die Analyse, Massnahmenplanung und die Priorisierung von grosser Bedeutung. Dank dieser Risikoanalyse kann mit den vorhandenen Ressourcen eine grosse Wirkung (Reduktion des Risikos) erzielt und somit Sicherheit von Personen, Sachwerten, Versorgungsleistungen, Kulturgüter und Umwelt verbessert werden.

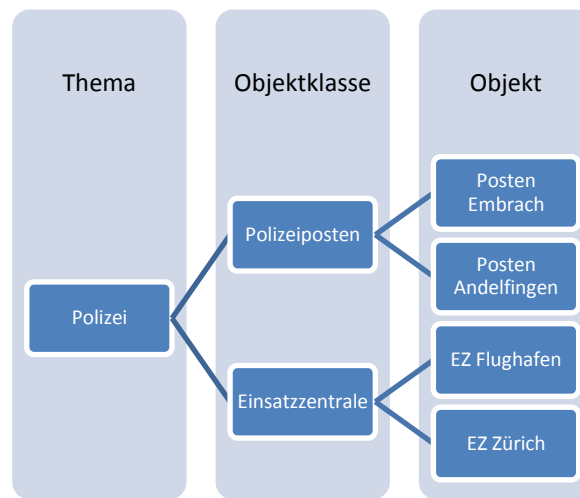
2 Nomenklatur

Nachfolgend werden die wichtigsten Begriffe und deren Verwendung im vorliegenden Projekt beschrieben.

Risiko	Der Begriff ‚Risiko‘ ist ein technischer Ausdruck für <i>Ausmass und Wahrscheinlichkeit</i> eines möglichen Schadens (PLANAT, 2009).
Risikoanalyse	Wissenschaftliches Vorgehen, um in einem konkreten Fall die Schadenrisiken zu ermitteln. Die Risikoanalyse erfasst die Gefahren und allfällige Schadenausmasse an einem bestimmten Ort (PLANAT, 2009).
Gefährdung	Möglichkeit, dass eine Naturgefahr einen Schaden anrichtet (PLANAT, 2009).
Schaden	Negative Folge eines Naturereignisses. Das Schadenpotenzial beschreibt den Schaden, der an Personen, an Sachwerten und an der Landschaft eintreten können (PLANAT, 2009).
Verletzlichkeit	Angabe darüber, wie anfällig Menschen oder Sachwerte gegenüber einer Naturgefahr sind; beispielsweise wie widerstandsfähig ein Gebäude gegenüber einer Überschwemmung ist (PLANAT, 2009).
Wahrscheinlichkeit	Eintretenswahrscheinlichkeit eines Naturereignisses von bestimmtem Ausmass innerhalb einer bestimmten Zeit. Die Eintretenswahrscheinlichkeit wird in Prozenten angegeben (PLANAT, 2009).
Jährlichkeit	Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert statistisch im Durchschnitt einmal erreicht oder überschreitet (PLANAT 2009).
Intensität	Ausmass eines Naturereignisses an einem bestimmten Ort; bei Hochwasser beispielsweise die Höhe des Wasserstandes und der Fliessgeschwindigkeit (PLANAT, 2009).
Risiko-Art	Als Risiko-Art werden die verschiedenen Risiken bezeichnet, welche analysiert werden. Es sind dies im vorliegenden Fall: Sachrisiken, Personenrisiken, Versorgungsrisiken, Kulturgut- und Umweltrisiken.
Schutzgut	Wert, für den das Risiko auf ein akzeptables Mass zu begrenzen ist (PLANAT, 2013).
Thema	Als Thema wird ein einzelner Datensatz eines Schutzgutes bezeichnet. Beispielsweise Verkehr, Polizei, Fruchtfolgeflächen.

Objektklasse	Die Objektklasse bezeichnet gleichartige Objekte eines Themas. Ein Thema kann beliebig viele Objektklassen enthalten. Ist ein Thema nicht in eindeutige Objektklassen unterteilbar, so werden keine Objektklassen definiert und die Objekte direkt dem Thema zugeordnet.
Objekt	Ein Objekt ist eine einzelne Entität innerhalb eines Themas. (z.B. ein Polizeiposten, ein Strassenabschnitt oder eine Ackerfläche)

Beispiel:



3 Auftrag / Zielsetzung

Im Kanton Zürich wurde 1998 gemeindeweise die Gefahrenkartierung in Angriff genommen, ab 2006 nach einem erweiterten Konzept. Für die Wohngebiete von über 90 % der Bevölkerung liegen die Gefahrenkarten inzwischen vor (Stand Mai 2014). Für die noch verbleibenden Gebiete sind die Arbeiten im Gange. Wo die Gefahrenkarten vorliegen, müssen sie umgesetzt werden. Einer der ersten Umsetzungsschritte ist die Erstellung einer Massnahmenplanung durch die Gemeinden. Für die Massnahmenplanung und die damit verbundene Priorisierung der Massnahmen werden Risikoanalysen benötigt.

3.1 Vorarbeiten

Ende 2011 wurden von AWEL und GVZ zwei Workshops zur Ermittlung der Anforderungen an eine Risikoanalyse Naturgefahren im Kanton Zürich durchgeführt. Dabei konnten Vertreter aus diversen Amtsstellen sowie der Stadt Zürich und privater Büros ihre Ideen resp. Ansprüche einbringen und bereits bestehende Risikoanalysen vorstellen. Basierend auf den Ergebnissen der Workshops wurde ein Synthesebericht erstellt, worin diverse Bereiche definiert sind, welche in einer Risikoanalyse bearbeitet werden sollen. Ebenso sind die gewünschten Produkte und deren Skalierung beschrieben. Fazit der zwei Workshops war, dass ein modulares, erweiterbares Produkt mit entsprechend phasenweiser Erarbeitung zu realisieren sei.

3.2 Zielsetzung für das Jahr 2013

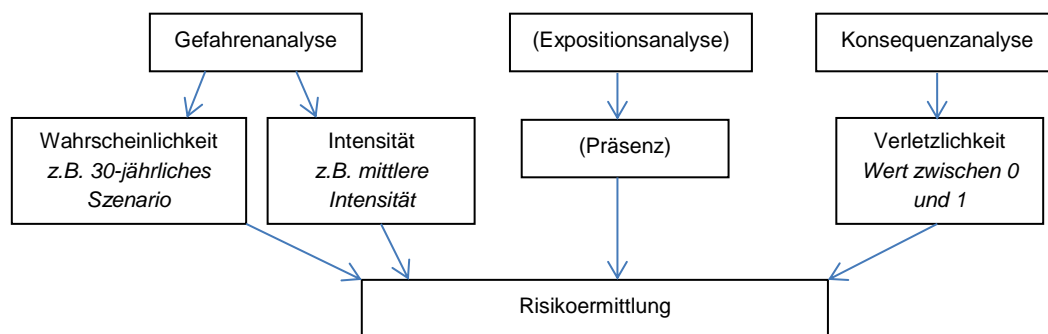
Im Jahr 2013 wurden erste Analysen durchgeführt mit dem Ziel, eine erste Risikoübersicht zu erarbeiten. Es sollte die Methodik für die Risikoberechnung ausgearbeitet und anhand von bereits vorhandenen Daten durchgeführt werden.

4 Methodik

4.1 Überblick Risikoanalyse

Allgemein betrachtet ist das Risiko die Wahrscheinlichkeit, dass eine unerwünschte Folge (z.B. ein Schaden) eintreten kann. Das Risiko setzt sich aus der Häufigkeit und der Jährlichkeit eines gefährlichen Ereignisses sowie dem Schadenausmass zusammen (Bründl M., 2009). Das Schadenausmass wird durch die Anzahl Personen und der Werte bestimmt, die einem Ereignis zum Zeitpunkt seines tatsächlichen Eintritts ausgesetzt sind, sowie durch die Verletzlichkeit der betroffenen Personen und Werte. Die Werte können ökonomische, ökologische oder soziale Dimensionen haben (Bründl M., 2009).

Im untenstehenden Diagramm ist exemplarisch dargestellt, wie sich die Risikoanalyse zusammensetzt. (ASTRA, 2009. Angepasst)



Auf die Gefahrenanalyse als Grundlage für die weitere Erarbeitung wird im Kapitel 4.3.1 eingegangen und die Konsequenzanalyse (Ermittlung des Schadenausmasses für die einzelnen Objekte) wird im Kapitel 4.3.5 erläutert.

Auf die Expositionsanalyse und folglich auf die Präsenz (z.B.: wie viele Stunden hält sich eine Person in welchen Räumen eines bestimmten Gebäudes auf) wird in diesem Projekt verzichtet.

4.2 Risiko-Arten

Es gibt verschiedene Arten von Risiken. Im vorliegenden Projekt wurden folgende Risiko-Arten unterschieden:

- Versorgungsrisiko
- Personenrisiko
- Kulturgutrisiko

- Umweltrisiko
- Sachrisiko

Nicht in jedem Fall ist das monetäre Risiko ausschlaggebend, sondern auch der kulturelle Wert eines Gebäudes (Kulturgutrisiko) oder die Stromversorgung (Versorgungsrisiko) können relevant sein.

Die Themen, welche in die Risikoanalyse eingeflossen sind, wurden jeweils der relevantesten Risiko-Art zugeordnet. Beispiel: Wird eine Strasse von einem Hochwasser betroffen, wird die betroffene und möglicherweise beeinträchtigte Versorgungsleistung dieser Strasse, nicht aber der Sachwert der Strasse oder die dadurch eventuell gefährdeten Personen betrachtet.

In der untenstehenden Tabelle sind die bearbeiteten Themen sowie die relevanten Risiken zusammengefasst.

Tabelle 1 Zuordnung der Themen zu den Risiko-Arten

Risiko-Art	Thema
Versorgungsrisiko	Leitungen und Netze (Strom, Gas, Kommunikation, Wärme, etc.)
	Wasserfassungen, Gewässerschutzbereiche
	Stützpunkte und Zentralen der Feuerwehr, Polizei, Zivilschutz und Werkhöfe
	Spitäler, Gefängnisse
	Strassen, Bahnen, Flughafen Sendeanlagen
Personenrisiko	Schulgebäude, Uni, ETH
	Campingplätze, Familiengärten
	Sportanlagen, Freizeitanlagen
	Einkaufszentren, Fachmärkte, Multifunktionskomplexe Beschäftigte und Bevölkerungsdichte
Kulturgutrisiko	Denkmalschutz
Umweltrisiko	Chemie- und biologische Risiken
	Tankanlagen
Sachrisiko	Gebäudewerte
	Fruchtfolgeflächen

4.3 Vorgehen

Das Ziel der vorliegenden Risikoanalyse ist es, eine themenübergreifende Risikoübersicht der durch Überschwemmung betroffenen Schutzgüter zu erstellen. Für die meisten der oben erwähnten Risiko-Arten kann das mögliche Schadenausmass nicht oder nur sehr schwierig oder ungenau in CHF ausgedrückt werden. Zum Beispiel kann der Schaden, der durch den Ausfall einer Hochspannungsleitung oder der Feuerwehr-Einsatzzentrale entsteht, nicht zuverlässig quantifiziert werden. Eben so wenig ist der kulturelle Schaden genau abschätzbar, der bei der Zerstörung eines geschützten Ortsbildes entstehen würde.

Um die verschiedenen Risiken trotzdem in einer einzigen Übersicht darstellen zu können, müssen die Daten miteinander vergleichbar gemacht werden. Um dies zu erreichen, wurden alle Themen zusammen mit Fachexperten nach ihrer Wichtigkeit geordnet. Der Grundgedanke für diese Einordnung war, dass der Ausfall von überkantonalen Einrichtungen wie z.B. des Flughafen Zürichs zu einem bedeutend höheren Schaden führt, als wenn lokale Infrastrukturen oder kleinräumige Themen wie z.B. eine Heizzentrale oder eine lokale Zivilschutzanlage betroffen sind. Der Flughafen ist also wichtiger und somit höher einzustufen als die Heizzentrale.

Die zugeordnete Klassierung ersetzt in der Risikoberechnung das monetäre Schadenausmass und erlaubt es, alle Themen miteinander zu verrechnen und eine gemeinsame Risikoanalyse zu erstellen.

Nachfolgend werden die einzelnen Vorgehensschritte erläutert. Die Datenanalyse ist im Kapitel 4.4 beschrieben.

4.3.1 Grundlagen Hochwassergefährdung

Die Gefährdung durch Hochwasser wurde anhand der Daten der Gefahrenkartierung im Kanton Zürich (Intensitätskarten HQ₃₀, HQ₁₀₀, HQ₃₀₀, sowie der Flächen der Restgefährdung (EHQ) gemäss Gefahrenkarte, Datenstand 31. Januar 2014) und der Daten aus dem Projekt Aquaprotect (BAFU, 2008) ermittelt.

4.3.2 Datenauswahl / -beschaffung der Schutzgüter

Bei den zuständigen Fachstellen und Ämtern des Kantons wurden vorhandene und geeignete Geodaten zusammengetragen.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurden alle Daten miteinbezogen, welche als relevant eingestuft worden sind, bereits georeferenziert vorlagen und sich für eine Klassierung eigneten. Es wurden keine zusätzlichen Daten erhoben. Die verwendeten Datensätze wurden nicht verifiziert und nicht auf ihre Vollständigkeit hin geprüft, weil dafür die Fachabteilungen zuständig sind.

Eine Übersicht der Datensätze mit Angaben zum Umgang mit denselben findet sich im Anhang 2.

4.3.3 Workshop

Um die fachspezifischen Informationen und Inputs der Fachleute abholen und im Projekt integrieren zu können, wurde im September 2013 ein halbtägiger Workshop durchgeführt. Das Ziel des Workshops war die Einordnung der verschiedenen Themen nach deren Wichtigkeit sowie die anschliessende Klassierung und die gemeinsame Abstimmung untereinander (siehe Anhang 1). Zusammen mit den jeweiligen Fachleuten wurde diskutiert, welche Wichtigkeit ein Thema (z.B. die Feuerwehr) und deren Objektklassen (z.B. Einsatzzentrale, lokaler Stützpunkt, Lager) im Falle eines Hochwassers haben. Dabei wurde nur die Wichtigkeit in Bezug auf das relevanteste der fünf Risiko-Arten (siehe Tabelle 1) betrachtet.

Im Rahmen des Workshops wurden viele Themen erwähnt, die nach Meinung der TeilnehmerInnen ebenfalls in die Risikoanalyse mit einfließen sollten, im vorliegenden Projekt jedoch nicht verfügbar waren oder aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht berücksichtigt

werden konnten (siehe auch Kapitel 4.3.2). Eine entsprechende Auflistung findet sich in Kapitel 6.4. Im Rahmen einer eventuellen Weiterbearbeitung und Vervollständigung des Projektes kann geprüft werden, ob und wie diese Themen berücksichtigt werden können.

Anlässlich des Workshops vom 11.9.2013 wurden die Teilnehmenden aufgerufen, ihnen bekannte Datensätze dem Projekt zusätzlich zur Verfügung zu stellen.

4.3.4 Einordnung / Klassierung

Um die Übersicht aller Risiken (siehe auch Kapitel 4.2) auf einer Karte darstellen zu können, wurden die Themen auf einer Skala nach ihrer Wichtigkeit aufgetragen. Innerhalb des Themas wurden, soweit mit dem vorhandenen Datensatz möglich, Objektklassen gebildet und nach ihrer Wichtigkeit abgebildet. Die Klassierung bezieht sich je nach Art des Themas auf die wichtigste Risiko-Art (siehe Kapitel 4.2).

Ein erster Vorschlag für die Klassierung wurde am Workshop vom 11.9.2013 unterbreitet. In diesem Rahmen wurden die Themen miteinander verglichen und einer Klassierung unterzogen. Die Einordnung erfolgte anschliessend auf einer linearen, 10-stufigen Skala, sodass den Objektklassen ein Wert zwischen 0.1 und 1 zugeordnet werden konnte. Das Resultat ist im Anhang 1 ersichtlich.

<u>Klassierung</u>	1	wichtigste Kategorie
	...	
	0.1	unwichtig

Die wichtigste Objektklasse erhält den Wert 1, die weniger wichtigen einen Wert von 0.9 bis 0.1. Die zugeordnete Klassierung ersetzt in der Risikoberechnung das monetäre Schadenausmass, aber erlaubt es trotzdem, im Modell alle Themen miteinander zu verrechnen und somit eine gesamtheitliche Risikoanalyse zu erstellen.

4.3.5 Verletzlichkeiten

Nicht alle Themen weisen bezüglich Hochwasser die gleiche Verletzlichkeit auf. Während zum Beispiel bei einer schwachen Intensität Gasleitungen nicht beeinträchtigt werden, ist beim Verkehr bereits mit erheblichen Versorgungsengpässen zu rechnen. Den Themen wurden je nach Hochwasser-Intensitätsstufe (gering, mittel, stark) Verletzlichkeiten mit einem Wert von 0 – 1 zugeordnet.

<u>Verletzlichkeit</u>	1	Hochwasser beeinträchtigt das Thema komplett
	...	
	0	Hochwasser hat für dieses Thema keine Beeinträchtigung zur Folge

Wo keine Information zur Hochwasserintensität vorhanden war (EHQ, Aquaprotect), wurde eine pauschale Verletzlichkeit gewählt, welche normalerweise derjenigen der mittleren Intensität entspricht. Abweichende Werte können der Tabelle, Anhang 2, entnommen werden.

Wo vorhanden, wurden die Werte für die Verletzlichkeit aus „EconoMe 1.0 Objektparameter“ (http://www.econome.ch/ecoroot/temp/doku_Objekte.pdf, Stand: 1.10.2013) verwendet. Ansonsten wurden durch das Projektteam Annahmen getroffen. Diese Werte wurden anschliessend mit der Projektleitung besprochen und festgelegt (siehe Anhang 2).

Je nach Risiko-Art hat die Verletzlichkeit eine unterschiedliche Bedeutung.

<u>Risiko-Art</u>	<u>Bedeutung der Verletzlichkeit</u>
Versorgung	Die Verletzlichkeit gibt an, wie stark die jeweilige Versorgungsleistung beeinträchtigt ist.
Personen	Die Verletzlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit eine Person stirbt (Letalität).
Kulturgut	Die Verletzlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Kulturgut (z.B. Gebäude) seine Ausprägung als Kulturgut verliert.
Umwelt	Die Verletzlichkeit gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Umwelt negativ betroffen wird.
Sachwerte	Gibt an, wie gross der erwartete Schaden in Bezug zum Gesamtwert ist.

4.4 Datenanalyse

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der Datenanalyse und der Berechnung erläutert.

4.4.1 Grundsätze der Prozessgestaltung

Die gesamte Analyse ist in mehrere Prozessierungs- und Aufbereitungsschritte gegliedert, welche jeweils Zwischenresultate liefern. Sämtliche Arbeitsschritte sind so konzipiert, dass grösstmögliche Flexibilität bezüglich der verwendeten Daten und deren Umfang besteht. Die Analysen, beispielsweise bei Vorliegen neuer Daten, sind einfach reproduzierbar, es müssen nur die neuen Daten prozessiert werden.

Zudem wurden einige Verfeinerungsmöglichkeiten (z.B. differenzierte Schadengrenzen) bereits vorgesehen, für welche aber in der jetzigen Version noch keine Daten vorhanden sind. Sobald solche Daten vorhanden sind, können die definierten Analyseschritte nochmals gestartet und so aktualisierte Resultate generiert werden.

4.4.2 Verwendete Technologie

Die gesamte Datenverarbeitung wurde in ArcGIS 10.2 for Desktop Basic durchgeführt. Für sämtliche Prozessierungsschritte wurden im ModelBuilder Modelle erstellt, damit die Arbeitsschritte einfach reproduzierbar sind. Diese Modelle liegen dem Bericht auf einer Daten-CD bei. Für einzelne Verarbeitungsschritte ist die Erweiterung Spatial Analyst notwendig. Ergänzend wurden, insbesondere für die Risikoberechnung, Scripte in Python erstellt. Für die Erstellung und das Debugging wurde PyScripter, Version 2.7 verwendet. Die Aufbereitung von Linien- und Flächengeometrien in Punkteobjekte wurde mittels XTools Pro, Version 10.0 durchgeführt.

4.4.3 Vorbereitung

Für die Prozessierung müssen diverse Grundlagendaten aufbereitet und teils neu erstellt werden. Dabei handelt es sich um folgende Datensätze mit den entsprechenden Anforderungen und Anwendungen:

Tabelle 2 Vorbereitung der Datensätze

Datensatz	Anforderung / Anwendung										
Schadengrenze	<p>Durch die Einteilung der Wiederkehrperioden in den Intensitätskarten entstehen grosse Sprünge (30 / 100 / 300 Jahre). Ist beispielsweise bekannt, dass ein Fluss bereits bei einem 150-jährlichen Ereignis über die Ufer tritt, würde diese Überflutungsfläche trotzdem erst in der Intensitätskarte der Wiederkehrperiode ‚300 Jahre‘ erscheinen. Mittels einer definierten Schadengrenze kann angegeben werden, wann der erste Schaden auftritt, also beispielsweise bei 150 Jahren. Somit können für einzelne geografische Gebiete unterschiedliche Schadengrenzen definiert werden. Wo keine spezielle Schadengrenze angegeben ist, werden in Abhängigkeit der Wiederkehrperiode folgende Standard-Schadengrenzen automatisch verwendet:</p> <table border="1" data-bbox="542 772 1369 1153"> <thead> <tr> <th>Wiederkehrperiode</th> <th>Schadengrenze</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30 Jahre</td> <td>15 Jahre</td> </tr> <tr> <td>100 Jahre</td> <td>30 Jahre</td> </tr> <tr> <td>300 Jahre</td> <td>100 Jahre</td> </tr> <tr> <td>EHQ (500 Jahre in der Stadt Zürich, 1000 Jahre im restlichen Kantonsgebiet)</td> <td>300 Jahre</td> </tr> </tbody> </table> <p>Die GVZ-Werte wurden mit EHQ = 500 Jahre im gesamten Kanton Zürich gerechnet.</p> <p>Es können davon abweichend spezifische Schadengrenzen für ein bestimmtes Gebiet definiert werden. Eine spezifische Schadengrenze wird auf sämtliche Intensitätsflächen einer Wiederkehrperiode im definierten Gebiet angewendet. Diese ist unabhängig davon, welche Prozessquelle die entsprechende Intensitätsfläche verursacht. Siehe dazu auch die Grafik unter 4.4.5.</p>	Wiederkehrperiode	Schadengrenze	30 Jahre	15 Jahre	100 Jahre	30 Jahre	300 Jahre	100 Jahre	EHQ (500 Jahre in der Stadt Zürich, 1000 Jahre im restlichen Kantonsgebiet)	300 Jahre
Wiederkehrperiode	Schadengrenze										
30 Jahre	15 Jahre										
100 Jahre	30 Jahre										
300 Jahre	100 Jahre										
EHQ (500 Jahre in der Stadt Zürich, 1000 Jahre im restlichen Kantonsgebiet)	300 Jahre										
Mobiler Hochwasserschutz	<p>In einigen Gemeinden wurden ortsfeste, mobile Hochwasserschutzmassnahmen realisiert (z.B. Dammerhöhungen mit Dammbalken). Diese Massnahmen werden gemäss Bundesempfehlung in den Gefahrenkarten nicht berücksichtigt. Es macht jedoch Sinn, diese Schutzmassnahmen bei der Risikoanalyse zu berücksichtigen. Ähnlich wie bei der Schadengrenze wird der Einflussbereich dieser Schutzmassnahmen geografisch definiert. Dazu wird die Wahrscheinlichkeit pro Wiederkehrperiode festgehalten, in welcher das System korrekt funktioniert. Bei der Festlegung dieses Faktors sind die Verfügbarkeit der Materialien, die Vorwarnzeit und die Wahrscheinlichkeit des korrekten Einbaus zu berücksichtigen. Je höher dieser Faktor ausfällt, desto kleiner wird in der Risikoberechnung die Auftretenswahrscheinlichkeit des Prozesses. Bei Faktor 0 resultiert somit dasselbe Risiko, wie wenn keine Massnahme eingesetzt würde, bei Faktor 1 wird kein Risiko mehr ausgegeben.</p>										

Verletzlichkeit	Die Verletzlichkeit wird für jedes Thema definiert (siehe Tabelle im Anhang 1). Es besteht die Möglichkeit, diese für verschiedene Regionen (bspw. ländlich und städtisch) zu unterscheiden.
Themen	Die Objektklassen der einzelnen Themen werden mit einem Attribut ‚Klassierung‘ versehen. Dort werden die Werte der im Kapitel 4.3.4 beschriebenen Klassierung eingetragen.

4.4.4 Prozessierungsschritte

Die eigentliche Datenprozessierung wurde in die folgenden Schritte gegliedert. Die entsprechenden Modelle im ArcGIS sind auf der beiliegenden CD abrufbar.

Tabelle 3 Prozessierungsschritte

Arbeitsschritt	Beschreibung
Aufbereitung von Grundlagedaten	Dieser Prozessschritt muss nur einmal für alle Themen gemeinsam durchlaufen werden. Hierbei werden die Daten der Intensitätskarten ergänzt. Ergänzt werden kann eine sogenannte Schadengrenze, falls ein Prozess bekanntermassen deutlich häufiger auftritt, als die Wiederkehrperiode der entsprechenden Intensitätskarte angibt (bspw. 150 anstatt 300 Jahre). Dazu kann der Einfluss mobiler Hochwasserschutzmassnahmen einbezogen werden. Diese Angaben werden später in der Risikoberechnung zur Anpassung der Auftretenswahrscheinlichkeit verwendet. Im aktuellen Prozessschritt werden diese Daten einzig in den Datensatz der Intensitätskarten eingetragen, aber noch nicht verrechnet.
Umwandlung Flächen- daten in Hektarraster	Flächige Daten können sehr unterschiedlich grosse Flächen pro Objekt aufweisen (bspw. Fruchtfolgeflächen). Um Flächen- und Punktdaten ähnlich zu behandeln, werden Themen, welche als Polygone geliefert werden, in kleinere Einheiten von maximal einem Hektar zerschnitten. Jedes dieser Hektarobjekte wird für die folgende Analyse als ein Objekt behandelt. Hierbei wird eine Polygondatei und keine Rasterdatei erstellt, um mehrere Objekte innerhalb der gleichen Hektarzelle darstellen zu können. Die topologische Grundlage für diesen „Raster“ bildet der kantonale Datensatz „Betriebszählung“. Damit werden für sämtliche späteren Raster dieselbe Rasterorientierung und derselbe Nullpunkt verwendet. Damit der ganze Kanton abgedeckt ist und der Nullpunkt korrekt definiert wird, wurde als Ausdehnung für diesen Raster folgendes Koordinatentupel definiert: 668'000.000122 / 717'500.000122 / 223'000.000122 / 284'400.000122
Risikoberechnung pro Objekt	In diesem Schritt wird die Betroffenheit pro Objekt ermittelt und das Risiko berechnet. Dazu werden die Objekte themenweise mit den aufbereiteten Grundlagedaten verschnitten und erhalten die entsprechenden Attribute der Grundlagedaten (Gefährdung, Auftretenswahrscheinlichkeit, Schadengrenze,...). Danach wird den

	<p>Objekten die entsprechende Verletzlichkeit zugeordnet. Diese Schritte werden einzeln pro Thema und Wiederkehrperiode durchlaufen. Abschliessend werden diese einzelnen Datensätze zusammengefasst und mittels eines Pythonscripts berechnet. Ist ein Objekt von Intensitätsflächen mehrerer Prozessquellen betroffen, so wird dies berücksichtigt, indem das Objekt mehrfach (einmal pro betreffender Prozessquelle) geführt wird. Die Intensitätskarten liegen in viele Teilflächen unterteilt vor. Treffen mehrere solcher Teilflächen einer Prozessquelle dasselbe Objekt, so können insbesondere bei flächigen Objekten viele Teilflächen entstehen. Alle diese Teilflächen bilden dasselbe Objekt ab. Somit würde dieses Objekt mehrfach in die Berechnungen einfließen. Um dies zu verhindern werden sämtliche Teilobjekte, welche demselben Ausgangsobjekt entstammen und von der gleichen Prozessquelle betroffen sind, zusammengefasst. Bei der Zusammenfassung wird der Durchschnitt der Intensitätswerte aller Teilflächen berechnet und auf einen ganzzahligen Wert gerundet. Dieser bildet dann die Basis für die Auswahl der zu verwendenden Verletzlichkeit. Dieses Vorgehen liegt innerhalb der Unschärfe des Modelles.</p> <p>Die eigentliche Berechnung erfolgt gemäss Abschnitt 4.4.5.</p>
Aufbereitung von Linienrisiken	<p>Linienobjekte stellen eine Versorgungsleistung dar. Daher kann diese entweder gewährleistet sein oder nicht. Dies ist unabhängig von der Länge des Objektes. Aus diesem Grund wird das Risiko der Linienobjekte auf einen Punkt reduziert, welcher in der Mitte des betroffenen Linienabschnittes liegt. Das Risiko wird somit durch diesen Punkt dargestellt.</p>
Aufbereitung von Flächenrisiken	<p>Flächenrisiken werden, um die Berechnung zu vereinfachen, analog den Linienrisiken auf einen Punkt reduziert. Dieser liegt im Schwerpunkt der Fläche. Dadurch kann der Punkt ausserhalb der ursprünglichen Fläche liegen. Da die Fläche jedoch zu Beginn der Prozessierung auf je einen Hektar grosse Flächen aufgeteilt wurden, welche deckungsgleich mit dem nachfolgenden Risikoraster sind, kann dies toleriert werden. Durch die anfängliche Aufbereitung wird sichergestellt, dass dieser Schwerpunkt innerhalb der korrekten Rasterzelle liegt.</p>
Berechnung eines Risikorasters pro Thema	<p>Als Zwischenschritt zur Summierung aller Risiken wird pro Thema ein Risikoraster erstellt. Darin werden die einzelnen, nun als Punkt vorliegenden Objektrisiken zu einem Raster summiert.</p>
Berechnung des Gesamtrisikorasters	<p>Abschliessend werden alle zuvor erstellten Themenraster wiederum summiert und somit ein Gesamtrisikoraster erstellt. Dieses Raster hat wiederum dieselbe Zellorientierung wie sämtliche Raster in den vorhergehenden Schritten.</p>

4.4.5 Berechnung

Die Risikoberechnung wird gemäss untenstehendem Berechnungsansatz durchgeführt. Damit wird gegenüber dem Risikokzept der PLANAT berücksichtigt, dass Schäden ab einer sogenannten Schadengrenze bis zum ersten in der Intensitätskarte dargestellten Ereignis ansteigen. Dieser Ansatz lässt insbesondere Raum für spätere Verfeinerungen der Datengrundlage. Dies gilt speziell auch für die Berücksichtigung von häufigen Ereignissen oder einer allfälligen Anwendung der Methodik auf Oberflächenwasser.

Ein Risiko berechnet sich im Folgenden aus einem Schaden und der Wahrscheinlichkeit, dass dieser Schaden eintritt. Die Wahrscheinlichkeiten, genauer die Überschreitungswahrscheinlichkeit, eines (Hochwasser-) Ereignisses ist der Kehrwert der Jährlichkeit oder Wiederkehrintervall und bezeichnet wie häufig im statistischen Mittel ein Ereignis auftritt. Die Jährlichkeit ist die mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert erreicht oder überschreitet. Eine Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0.01 entspricht also einer Jährlichkeit von 100 Jahren und bedeutet, dass ein Ereignis statistisch gesehen einmal in 100 Jahre erreicht oder überschritten wird.

Bei der Risikoberechnung werden die Schäden eines Ereignisses mit der dazugehörigen Überschreitungswahrscheinlichkeit in Beziehung gesetzt (multipliziert). Das gesamte Risiko setzt sich aus den Risikobeiträgen der einzelnen Ereignissen zusammen. Der Risikobeitrag eines 100-jährlichen Ereignisses wird über den Schaden des 100-jährlichen Ereignisses und den Schaden des nächst tieferen Ereignisses, in unserem Beispiel dem 30-jährlichen, gemittelt. Durch das Mittel der Ereignisschäden soll das berechnete Risiko besser an den realen Verlauf der Schadenkurve angeglichen werden (siehe Grafik). Die Häufigkeit eines Risikobeitrags, z.B. R100, berechnet sich aus der Differenz der Überschreitungswahrscheinlichkeiten der beiden Ereignisse (im Beispiel $1/30 - 1/100$).

Für diesen Ansatz muss eine Schadengrenze festgelegt werden. Der Wahl der untersten Schadengrenze, d.h. jener Jährlichkeit wo gerade noch keine Schäden auftreten, kommt für die Risikoberechnung eine grosse Bedeutung zu. Je nach gewählter Jährlichkeit ändert sich das berechnete Risiko stark, weshalb diese Schadengrenze möglichst nahe an der Realität liegen sollte. Häufig ist diese Jährlichkeit aber nicht bekannt, wir vermuten aber, dass die ersten Schäden schon vor der fixen Wiederkehrperiode von 30 Jahren liegt. Wo wir die unterste Schadengrenze nicht kennen, setzen wir diese für die Berechnung zwischen Null und 30, also auf 15 Jahre. Wo keine besseren Daten vorliegen, wird eine einheitliche Schadengrenze angenommen. Diese einheitlichen Schadengrenzen wurden gemäss Tabelle 4 definiert.

Tabelle 4: Definition der einheitlichen Schadengrenzen

Wiederkehrperiode	Schadengrenze
30 Jahre	15 Jahre
100 Jahre	30 Jahre
300 Jahre	100 Jahre
EHQ (500 Jahre in der Stadt Zürich, 1000 Jahre im restlichen Kantonsgebiet) Die GVZ-Werte wurden mit EHQ = 500 Jahre im gesamten Kanton Zürich gerechnet.	300 Jahre

Berechnungsansatz:

$$S_{ij} = W_j * SE$$

$$R_{ij} = \frac{S_{ij} + S_{i-1j}}{2} * (p_i - p_{i-1}) * (1 - Aw_{ij})$$

$$R_j = \sum R_{ij}$$

SE = Verletzlichkeit

W = Wert (von Klassierung)

Aw_i = Faktor zur Anpassung der Wahrscheinlichkeit, beispielsweise infolge von mobilen Hochwasserschutzmassnahmen

i = Wiederkehrperiode

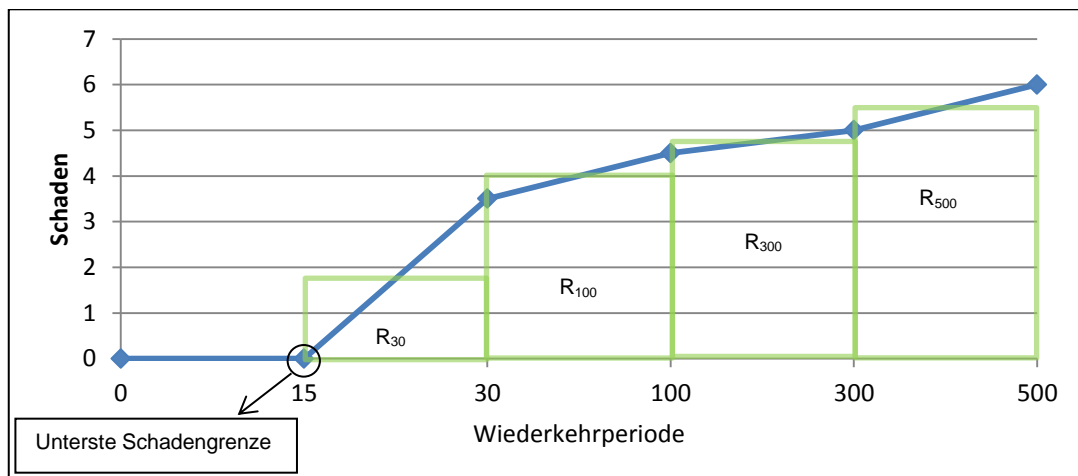
j = Objekt

p_i = Überschreitungswahrscheinlichkeit (Häufigkeit) = $\frac{1}{\text{Wiederkehrperiode}_i}$

S_{ij} = Schaden für Objekt j bei Wiederkehrperiode i

R = Risiko

Beispiel:



Die blaue Kurve ist die angenommene Schadenkurve. Das Risiko entspricht der Fläche unter der blauen Kurve. In der Berechnung wird diese Fläche mit der Treppenfäche angenähert (grüne Balken). Jede Treppenstufenfläche entspricht dabei einem Risikobeitrag und berechnet sich aus dem gemittelten Schaden und der Differenz der Überschreitungswahrscheinlichkeiten. Die Summe aller Risikobeiträge ergibt das gesamte Risiko für den betrachteten Zeitraum.

Rechenbeispiel:

$$R_{30j} = \frac{0 + 3.5}{2} * \left(\frac{1}{15} - \frac{1}{30} \right) = 0.058$$

$$R_{100j} = \frac{3.5 + 4.5}{2} * \left(\frac{1}{30} - \frac{1}{100} \right) = 0.093$$

$$R_{300j} = \frac{4.5 + 5}{2} * \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{300} \right) = 0.032$$

$$R_{500j} = \frac{4.5 + 6}{2} * \left(\frac{1}{300} - \frac{1}{500} \right) = 0.007$$

$$R_j = 0.058 + 0.093 + 0.032 + 0.007 = 0.19$$

Erläuterungen zur Prozessierung der mit den Intensitätskarten prozessierten Daten

Die Prozessierung und Risikoberechnung erfolgt mittels der oben genannten Grundsätze. Für die Risikoberechnung wurde ein Script erstellt, welches die Berechnung der Objektrisiken steuert. Dafür kommen grundsätzlich die im vorangehenden Abschnitt genannten Formeln zum Einsatz. Die Aufgabe des Scriptes ist es, die richtigen Inputdaten für diese Formeln zu finden. Diese können gemäss Tabelle 5 unterschiedlicher Herkunft sein. Standardmässig wird der „Standardfaktor“ gemäss Tabelle verwendet. Falls jedoch das in der Tabelle definierte Kriterium erfüllt ist, wird der angepasste Faktor für die Berechnung angewendet.

Tabelle 5: Herkunft der Faktoren zur Risikoberechnung

Faktor	Standardfaktor	Kriterium	Angepasster Faktor
p_i	15 (bei HQ30) 30 (bei HQ100) 100 (bei HQ300) 300 (bei EHQ)	Schadengrenze vorhanden, die von der Norm-Schadengrenze abweicht.	Frei definierbarer Wert der kleiner ist, als die Wiederkehrperiode des betrachteten Szenarios und mindestens 1 beträgt.
A_w	0	Falls weitere Informationen verfügbar sind oder ein Schutz besteht, wird für die entsprechende Fläche ein abweichender Wert definiert.	Frei wählbarer Wert zwischen 0 und 1. Dieser gibt die Wahrscheinlichkeit an, dass beispielsweise mobile Hochwasserschutzmassnahmen bei einem Ereignis tatsächlich funktionieren. Es wird für jede Wiederkehrperiode ein Wert definiert (=1 bei voller Zuverlässigkeit, = 0.5, wenn angenommen wird, dass die Massnahme bei jedem zweiten Ereignis der entsprechenden Wiederkehrperiode versagt).
SE	Frei definierbarer Wert zwischen 0 und 1, der eine pauschale Verletzlichkeit des Themas angibt.	Mindestens für die starke Intensität eine spezifische Verletzlichkeit bekannt (Wert grösser 0).	Frei definierbarer Wert zwischen 0 und 1, der die Verletzlichkeit der Objekte eines Themas pro Intensität angibt.

P _{i-1}	1000	Falls das Objekt in der Stadt Zürich liegt und von EHQ betroffen ist.	Falls das Objekt in der Stadt Zürich liegt und von EHQ betroffen ist, wird der Wert 500 verwendet.
------------------	------	---	--

Erläuterungen zur Prozessierung der mit Aquaprotect prozessierten Daten

Die Berechnung der Risiken aus der Analyse mittels den Aquaprotectdaten erfolgte gegenüber der Prozessierung mittels den Intensitätskarten durch einen vereinfachten Ansatz.

Die Aquaprotectdaten entsprechen nur einer Hinweiskarte. Es sind beispielsweise keine Schutzbauten berücksichtigt. Somit macht es keinen Sinn, Details wie mobile Hochwasserschutzmassnahmen zu berücksichtigen. Ebenso wenig Sinn machen angepasste Schadengrenzen für spezifische Bereiche. Somit wurden die Grundformeln aus Abschnitt 4.4.5 mit den Standardfaktoren gemäss Tabelle 5 verwendet.

4.5 Aufbereitung und Darstellung

Die Datenaufbereitung erfolgt gemäss Tabelle 3 aus Abschnitt 4.4.4 in ein Raster mit dem Gesamtrisiko pro Hektarzelle. Aus diesem Raster werden die Prozentanteile der vorhandenen Werte eruiert. Diese Prozentanteile dienen der Definition der Darstellung (siehe dazu auch Anhang 3). Die Darstellung erfolgt gemäss Tabelle . Die ausführliche Auseinandersetzung mit der Darstellung kann im Anhang 3 nachgelesen werden.

Tabelle 6: Darstellung anhand der Quantile

Wert / Quantil	Aussage	Darstellungsfarbe
Zellen ohne berechnetes Risiko	Nach aktuellem Kenntnisstand keine Gefährdung vorhanden oder keine Werte analysiert. Kein oder vernachlässigbares Risiko.	Weiss
Untere 60 % der Werte	Kleines Risiko vorhanden.	Gelb
25 % der Werte	Mittleres Risiko vorhanden	Orange
Oberste 15 % der Werte	Grosses Risiko vorhanden	Rot

Gemeinden oder Bereiche, wo keine Gefahrenkarten vorhanden sind, werden in der Darstellung in Grau dargestellt, da dort keine Aussage über die Risiken gemacht werden kann. Die Grundlage dafür ist der Untersuchungsperimeter der Gefahrenkartierung. Da in den ersten Gemeinden, wo Gefahrenkartierungen durchgeführt wurden, keine eigentlichen Perimeter ausgeschieden wurden, werden in diesen Gemeinden keine Gebiete grau dargestellt.

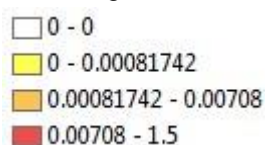
4.6 Einbezug von aktualisierten Gefahrenkarten

Die Gefahregrundlagen werden am Anfang der Bearbeitung mit den Schadensgrenzen ergänzt. Wenn also neue Intensitätskarten zur Verfügung stehen, müssen die Prozessierungsschritte (gemäss Tabelle 3), neu durchlaufen werden. Mit den neuen Daten kann im Anschluss die Neu-Berechnung des Risikos mit dem Berechnungsmodell vollzogen werden. Für die Darstellung werden die Risikowerte gemäss Tabelle 6 aufgeteilt und in den entsprechenden Farben dargestellt.

5 Resultate

Die Berechnungen zur Risikoanalyse, wie sie im vorliegenden Bericht erläutert werden, sind in einem Modell für ArcGIS von ESRI verfügbar. Es besteht somit ein modular aufgebautes Risikomodell, welches das Risiko über den ganzen Kanton nachvollziehbar berechnet.

Ausgegeben werden berechnete Risiko-Werte zwischen 0 und 1.5. Die Resultate können als Datentabelle oder als Karte genutzt werden. In der Karte werden die obersten 15 % der Werte als rote Rasterzellen dargestellt und deuten somit auf einen Hotspot, also eine Ansammlung von grossen Risiken, hin. Bis zu einem Wert von 0.00081742 (entspricht 60 % der Anzahl Rasterzellen) werden die Rasterzellen gelb dargestellt und bedeuten somit ein kleines Risiko. In der folgenden Darstellung sind die Risiko-Werte und deren Farbe ersichtlich:



Mit dieser Darstellung wird erreicht, dass auf der Übersichtskarte ca. 10 bis 20 Hotspots herausstechen, bei denen grosse Risiken bestehen. Es bleibt zu erwähnen, dass eine verschiedene Abstufung der Farben das Bild sehr verändert. Der erste Eindruck bei Betrachtung der Risikokarte kann durch die Wahl und die Abstufung der Farben leicht beeinflusst werden.

Das Modell kann durch weitere Daten (Schutzgüter, Gefahrengrundlagen) erweitert werden. Die Analyse kann auch verfeinert werden, in dem zum Beispiel regional unterschiedliche Verletzlichkeiten oder weitere Schutzmassnahmen erfasst werden.

Das erste Resultat der Analyse liegt in Form einer Übersichtskarte des Kantons Zürich vor. Wo sich von Hochwasser gefährdete Gebiete mit einem untersuchten Schutzgut (siehe Anhang 2) überschneiden, wird eine Rasterzelle in weiss, gelb, orange oder rot generiert.

Die Übersicht zeigt, dass in einem Grossteil der gefährdeten Gebiete gemäss Gefahrenkarte auch ein Schadenpotenzial vorhanden ist und somit ein Risiko resultiert. Die Ausprägung unterscheidet sich jedoch an vielen Stellen von der Gefahrenkarte.

In den Stadtzentren von Zürich und Winterthur sowie am Flughafen in Kloten bestehen die dichtesten Bereiche (viele rote Rasterzellen nebeneinander) mit grossen Risiken.

Im Vergleich mit den Gefahrenstufen gemäss Gefahrenkarte Hochwasser zeigt sich, dass die grossen Risiken nicht zwingend im Bereich der roten Gefahrenstufe, sondern auch in Flächen der Restgefährdung, geringer und mittlerer Gefährdung auftreten. Umgekehrt sind zum Beispiel auch kleine Risiken in Flächen der hohen Gefährdung vorhanden.

Die vorliegende Analyse zeigt, dass die Betrachtung der Risiken ein anderes Bild als diejenige der Gefährdung ergibt.

6 Diskussion

Mit der vorliegenden Analyse ist es gelungen eine Risikoübersicht über den ganzen Kanton Zürich zu erstellen.

Nachfolgend werden die einzelnen Punkte der Risikoanalyse diskutiert. Die Höhe des Risikos in jeder Rasterzelle hängt von verschiedenen Parametern ab. Mit der Darstellung des Resultats wiederum kann der erste Eindruck und das Gesamtbild stark beeinflusst werden.

Einfluss von Parametern

Neben den Intensitätskarten und dem Schadenpotenzial spielen in der Risikoanalyse auch die Verletzlichkeit und im vorliegenden Projekt die Klassierung der Themen eine zentrale Rolle. Wie stark der Einfluss der zugeordneten Verletzlichkeiten und der Klassierung auf das gesamte Bild der Risikoanalyse ist, wurde im vorliegenden Bericht nicht erörtert, könnte aber Bestandteil von weitergehenden Untersuchungen sein.

Da keine Expositionsanalyse durchgeführt wird und die räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit bei den Intensitätsflächen als 1 angenommen wird (das heisst, es wird angenommen, dass sich das Wasser in der gesamten Intensitätsfläche ausbreitet), fallen die Risikowerte eher etwas höher aus, als wenn die Expositionsanalyse und eine fallweise, verminderte, räumliche Auftretenswahrscheinlichkeit in die Risikoberechnung mit einbezogen werden.

Linienobjekte und deren Segmentierung

Damit auch Linienobjekte (z.B. Strassen) berechnet werden konnten, wurden sie in Segmente unterteilt. Für jedes Linien-Segment wurde anschliessend ein Punkt generiert. Strassen zum Beispiel, welche bereits mit sehr vielen kleineren Segmenten digitalisiert sind, generieren folglich viel mehr Punkte, als lange Segmente. Weil jeder Punkt innerhalb einer Rasterzelle einen Beitrag zum Risiko pro Rasterzelle beiträgt, kommt es zu einer tendenziell zu grossen Gewichtung von Linienobjekten.

Perimeter

Der Untersuchungsperimeter der Gefahrenkartierung konzentriert sich auf bestehende und erwartete Siedlungsgebiete, wichtige Infrastrukturanlagen und weitere Objekte wie Campingplätze und Sportanlagen sowie sensible Bauten wie zum Beispiel Gebäude der Polizei und der Feuerwehr (Ernst Basler + Partner AG, 2012). In der Risikoanalyse resultiert folglich für einen Grossteil der Gefahrenflächen im Perimeter ein Risiko, was eine gute Abbildung der Realität darstellt.

Sachwerte der Gebäudeversicherung inklusive Mobiliar

Wo sich Siedlungsgebiete befinden, stehen per Definition auf engem Raum viele Häuser, die wiederum bei der GVZ versichert sind. Die Daten zum Wert der Bauten sind flächendeckend und vollständig – ausser einigen Bundesbauten - vorhanden und in der vorliegenden Analyse enthalten. Die Mobiliarwerte sind in den Gebäudewerten nicht mit eingerechnet. Diese wurden mit einem Erfahrungswert, einem Mobiliarfaktor pro Gebäudetyp und -Nutzung, pauschal abgebildet. Der Gebäudewert inklusive Mobiliar ist somit das Produkt des Gebäudewertes und des Mobiliarfaktors. Wird die Analyse nun ohne GVZ-Daten durchgeführt, zeigt sich keine Veränderung hinsichtlich der kantonalen Hotspots und dem allgemeinen Bild. Dies entspricht den Anforderungen an eine robuste Auswertung. Bedingt durch die hohe Dichte an Bauten

weisen die Stadtzentren ohne Einbezug der GVZ-Daten etwas weniger grosse Risiken auf (die Sachwerte fehlen). Bundesbauten (ETH Zürich, Landesmuseum) sind nicht im Portfolio der GVZ enthalten und fehlen in deren Raster¹.

In den Zentren (Städte und Dörfer) resultieren grosse Risiken auch in Flächen mit geringer Gefährdung (gelb). Dies kann durch die hohe Dichte an Bauten und Infrastrukturanlagen und durch eine hohe Verletzlichkeit im urbanen Raum begründet werden.

Robustheit der Ergebnisse / Sensitivität

Weitergehende Tests und Analysen zur Robustheit des Berechnungsmodells sowie der anschliessenden Darstellung der Resultate sind Teil einer nächsten Projektphase.

6.1 Aussagekraft

Unter Berücksichtigung der oben genannten Einschränkungen zeigt die Risikoanalyse auf, wo grosse Risiken resultieren und somit besonders hoher Handlungsbedarf für den Hochwasserschutz besteht.

Eine konkrete Kosten-Nutzen-Analyse kann mit den Daten der Risikoanalyse nicht durchgeführt werden, weil die Resultate nicht in CHF/Jahr sondern in qualitativer Form vorliegen.

Aquaprotect

Für die kantonsweite Risikoanalyse könnten auch die flächendeckenden Aquaprotect-Daten (BAFU, 2008) als Grundlage verwendet werden. Dies ist jedoch nur ausserhalb des heutigen Perimeters der Gefahrenkartierung eine sinnvolle Variante, da innerhalb des Perimeters mit den erarbeiteten Gefahrenkarten bedeutend genauere Daten (Intensitätskarten) vorhanden sind. Im Aquaprotect-Datensatz sind zudem nur die grösseren Flüsse abgebildet und die Daten stellen eine relativ grob aufgelöste Grundlage dar, wobei die Schutzbauten nicht berücksichtigt wurden und keine eigentlichen Intensitätsflächen bestehen. Ein solches Resultat kann demzufolge nur in groben Zügen interpretiert werden.

6.2 Nutzen

Die Resultate der Risikoanalyse zeigen, wo grosse Risiken bezüglich Hochwasser bestehen. Die verantwortlichen Kantonalen Behörden (Baudirektion, Amtsleitung, Abteilungsleitung, Sektionen) haben konkret folgenden Nutzen:

- Visualisierung, wo der grösste Handlungsbedarf besteht
- Möglichkeit zur systematischen Priorisierung von Massnahmen (Einsatz der Mittel am wirkungsvollsten Ort)
- Transparente und objektive Argumentation für Entscheidungen

¹ In einer weiteren Phase des Projekts könnte versucht werden, den Datensatz zu vervollständigen.

Nicht nur die Massnahmenplanung kann von den Resultaten profitieren, auch die Notfallplanung und der Einsatz im Ereignisfall können entsprechend ausgestaltet werden.

Um genaue Aussagen machen zu können (z.B. auf Gemeindeebene), muss die Analyse auf lokaler Ebene entsprechend verfeinert werden. Lokale Kenntnisse müssen einfließen und insbesondere die effektive Verletzlichkeit von einzelnen Objekten mit hohem Wert / Bedeutung sollte verifiziert werden. Hinzu kommen eventuell lokal wichtige Risiken, welche in der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt wurden.

Dennoch können auch die Gemeinden von dieser Arbeit profitieren; die Risikoanalyse ist auf allen Ebenen eine wertvolle Grundlage für Entscheide und politische Diskussionen und liefert hierbei stichhaltige Argumente für die risikobasierte Umsetzung der Gefahrenkarten. Insbesondere die Resultate bzw. Layer zu den verschiedenen Risikoarten und -themen sowie weitere Auswertungen können für die Gemeinden für die Prioritätensetzung eine erste Grundlage sein.

6.3 Schwierigkeiten / Probleme

Um dem Anspruch einer gesamtheitlichen Risikoanalyse gerecht zu werden, wurden verschiedene Risiko-Arten in die Berechnung integriert und auf einer einzigen Übersicht dargestellt. Da einige Themen nur schwer monetarisierbar sind, wurde zusammen mit den Fachverantwortlichen eine Klassierung der Themen vorgenommen. Diese Einteilung erfolgte nach subjektiven Kriterien, jedoch untereinander abgestimmt, und kann sich im Laufe der Zeit, und mit einer geänderten Themen-Auswahl, verändern.

Bei der Beschaffung und Sichtung der Daten hat sich gezeigt, dass deren Qualität sehr unterschiedlich ist. Einige Datensätze konnten aufgrund von fehlenden Attributen nicht klassiert oder aufgrund ihrer uneinheitlichen Datenerfassung nicht berücksichtigt werden. Es kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass in der vorliegenden Analyse einzelne Datenpunkte in derselben Risiko-Art doppelt analysiert werden, da sie in unterschiedlichen Themen erfasst worden sind.

Unvollständige Datensätze oder solche, welche keine nachvollziehbaren Attribute zur weiteren Unterteilung und Klassierung aufweisen, wurden nicht verwendet (siehe auch Tabelle in Anhang 2). Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass die verwendeten Datensätze die jeweiligen Themen gut abbilden.

Das Erstellen des eigentlichen Berechnungs-Modells erforderte ein hohes Mass an Abstraktion, wobei die naturwissenschaftlichen Kenntnisse zum Prozess Hochwasser immer so weit wie möglich mit eingeflossen sind.

Bedingt durch die Geheimhaltungspflicht der GVZ gegenüber ihren Kunden hat die GVZ ihre Daten selber analysiert und anschliessend das Resultat als Hektarraster dem Auftragnehmer übergeben. Dieses Vorgehen setzt voraus, dass beide Stellen die exakt gleiche Risikoberechnung anwenden und erfordert eine genaue Koordination. Ein Hektarraster bekam erst dann einen Wert, wenn mindestens 3 Werte seitens der GVZ auf dieser Fläche vermerkt waren.

6.4 Fehlende Datensätze

Im diesem Projekt war es nicht möglich, alle gewünschten und eventuell zusätzlich relevanten Datensätze zu beschaffen und zu analysieren. Die jetzt vorliegende, erste Risikoübersicht erhebt also keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Einige Themen können infolge fehlender oder ungenauen Daten nicht korrekt abgebildet worden sein. Die Workshop-Teilnehmer nannten am 11.9.2013 folgende Datensätze, welche eventuell zusätzlich in eine Risikoanalyse miteinbezogen werden könnten:

- Asylunterkünfte
- Heime
- Sammelschutzräume des Zivilschutz
- Militärische Anlagen
- Genaue Sachwerte Mobilien
- Stützpunkte Sanitätsfahrzeuge und deren Notrouten
- Standort kantonale Hochwasserfachstelle inkl. Messstationen
- Verwaltungsgebäude
- Polycom, Sicherheits-Kommunikationsnetz
- Banken
- Rechenzentren
- Verteil-, Kommunikations-, Handelszentren von kantonaler Bedeutung
- Unterwerke und Trafostationen der Energieleitungen
- Kraftwerke zur Stromerzeugung
- Pumpwerke Trinkwasser, Reservoir
- Kommunikationsleitungen / Glasfaserleitungen und deren Verteilknoten
- Kunstbauten wie Brücken der Strasse und Bahn
- Kanalnetz, die Regenbecken und deren Steuerungen, sowie die SABA's (Strassenabwasserreinigungsanlage) und deren Pumpwerke
- Grossvieheinheiten GVE
- Invasive Neophyten-Standorte
- Belastete Standorte
- Vollständiges, genaues ÖV-Netz (ist grob erfasst, Daten enthalten jedoch gemäss Auskunft Fehler und Lücken)
- Seewasserwerke

7 Weiteres Vorgehen

Nach Abschluss der Phase 2 des Projektes RAKAZ sollen die Erkenntnisse angewendet werden und in die Praxis einfließen. Die zuständigen Stellen bei der kantonalen Verwaltung sollen die Möglichkeit erhalten, mit diesen Unterlagen zu arbeiten und sich selber ein gründliches Bild über die Verwendungsmöglichkeiten zu machen.

Selbstverständlich ist es möglich, die vorliegende Analyse weiter zu entwickeln und zu verbessern. Das Projektteam sieht folgende Möglichkeiten:

7.1 Sensitivität und Robustheit

Das Berechnungsmodell und die Darstellung der vorliegenden Analyse kann vertieft auf ihre Sensitivität und Robustheit hin überprüft werden. Damit können genauere Aussagen zum Verhalten des Modells und der Darstellung bei geänderten Input-Daten oder Parametern gemacht werden. Dies bringt zusätzliche Sicherheit bei der Interpretation der Risikoanalyse.

Es kann weiter untersucht werden, wie sich einzelne Themen in Bezug auf das Gesamtrisiko verhalten. Welche Themen prägen das Bild? Gibt es Daten, die doppelt analysiert werden? Können einzelne Themen ausgeschlossen werden, ohne dass sich das Bild bedeutend verändert? Gibt es Themen, die repräsentativ sind und eine ganze Themen-Gruppe widerspiegeln? Dieser Schritt würde es ermöglichen, die Berechnung auf die repräsentativen und ausschlaggebenden Themen zu reduzieren und diese in einem zweiten Schritt gezielt zu verbessern.

Weiter könnten die Klassierung der Themen und Objektklassen sowie die zugeordneten Verletzlichkeiten hinsichtlich ihres Einflusses auf das Gesamtbild der Risikoanalyse betrachtet werden. Eventuell sind feinere Abstufungen der Klassierung nötig oder die Verletzlichkeiten von einzelnen Themen müssen aufgrund neuer Erkenntnisse angepasst werden.

Schliesslich könnten diejenigen Daten gezielt verbessert und verfeinert werden, welche für die Risikoanalyse relevant sind. Einzelne Hotspots könnten näher analysiert und eventuell in einer höheren Auflösung berechnet werden, sodass die Aussagekraft der Resultate gesteigert und der Nutzen auch auf die Gemeindebehörden erweitert werden kann.

7.2 Analyse erweitern

Die vorliegende Analyse kann durch weitere und verfeinerte Parameter ergänzt werden. Wie verhält sich beispielsweise das Risiko, wenn überall funktionierende Objektschutzmassnahmen angenommen werden? Mit der heutigen Risikoanalyse kann auch ein Blick in die Zukunft gewagt werden, indem die Veränderung der Bebauung berücksichtigt wird. Muss mit stark höheren Risiken gerechnet werden? Sind die Risiko-Hotspots an einem anderen Ort?

Ein weiterer interessanter Arbeitsschritt wäre der Vergleich zwischen dem Resultat der vorliegenden Risikoanalyse mit weiteren Risikountersuchungen wie zum Beispiel die der Stadt Zürich oder der SwissRe. In einem nächsten Schritt könnte auch die Interpretation des Risikos und die Diskussion des angestrebten Sicherheitsniveaus vertieft werden.

7.3 Darstellung der Resultate

Es ist auch möglich einzelne Themen oder die einzelnen Risiko-Arten auf einer eigenen Karte darzustellen und so den jeweiligen Verantwortlichen und Interessenten zur Verfügung zu stellen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Risiken pro Gefahrenquelle oder pro Gemeinde darzustellen. Auch hier sind Darstellung und Aussagekraft für die Nutzer weiter abzuklären.

8 Fazit

Die vorliegende Risikoübersicht bezieht sich auf eine unbeschränkte Anzahl von Risiko-Arten und ist nicht auf monetarisierbare Werte angewiesen. Auch schwierig zu beziffernde Risiken (wie Versorgung, Personen, Kultur und Umwelt) wurden nach einem partizipativen Prozess mit den jeweiligen Sachverständigen mit einbezogen und dargestellt. In bisherigen Risikobetrachtungen hat man sich bis anhin ausschliesslich auf die monetären Werte beschränkt. Dabei konnten somit nur quantifizierbare Risiken analysiert werden.

Im vorliegenden Modell kann ein Gesamtrisiko aller Risiko-Arten dargestellt werden. Durch den modularen Aufbau des Modells können auch weitere Risiko-Themen einbezogen werden und die Analyse kann beliebig erweitert werden. Zusätzlich zur Gesamtübersicht ist es möglich, die Risiken einzelner Themen heraus zu greifen und darzustellen. Der Nutzen dieses Risikomodells beschränkt sich somit nicht auf die kantonale Übersicht, sondern es ist auch im ressort-bezogenen Risikomanagement einsetzbar.

Das vorliegende, gesamtheitliche Risikomodell ist modulartig aufgebaut und ausbaubar. Es entspricht somit den Anforderungen, welche die Begleitgruppe im Workshop 2011 formuliert hat und ermöglicht eine risikobasierte Massnahmenplanung.

9 Quellenverzeichnis

ASTRA Bundesamt für Strassen 2009. Risikokzept Naturgefahren Nationalstrassen, Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt 2008. Aquaprotect, Bern.

BAFU Bundesamt für Umwelt 2013: EconoMe 1.0 Objektparameter. Tabelle mit Verletzlichkeiten heruntergeladen von www.econome.ch. Stand 1.10.2013.

Bründl Michael (Ed.) 2009: Risikokzept für Naturgefahren – Leitfaden. Nationale Plattform für Naturgefahren PLANAT, Bern.

Ernst Basler + Partner AG 2012: Gefahrenkartierung Naturgefahren im Kanton Zürich – Hochwasser, Pflichtenheft 2011, Baudirektion Kanton Zürich, Zürich.

PLANAT 2009: Glossar Strategie Naturgefahren Schweiz, Aktionsplan, PLANAT, Bern.

PLANAT 2013: Sicherheitsniveau für Naturgefahren, PLANAT, Bern

Dokumente des Projektes RAKAZ, erstellt durch Egli Engineering AG, im Auftrag des AWEL Kanton Zürich:

Risikoanalyse Überschwemmungen und Massenbewegung Kanton Zürich, Vorgehen zur Erarbeitung einer Methodik der Risikoanalyse, 23.9.2009

Risikoanalyse Kanton Zürich RAKAZ, Auftrag, Zusammenfassung der Workshopresultate und Empfehlung für weiteres Vorgehen, 23.5.2012

Protokoll RAKAZ Workshop vom 11.9.2013 mit Fotos der Pinnwände

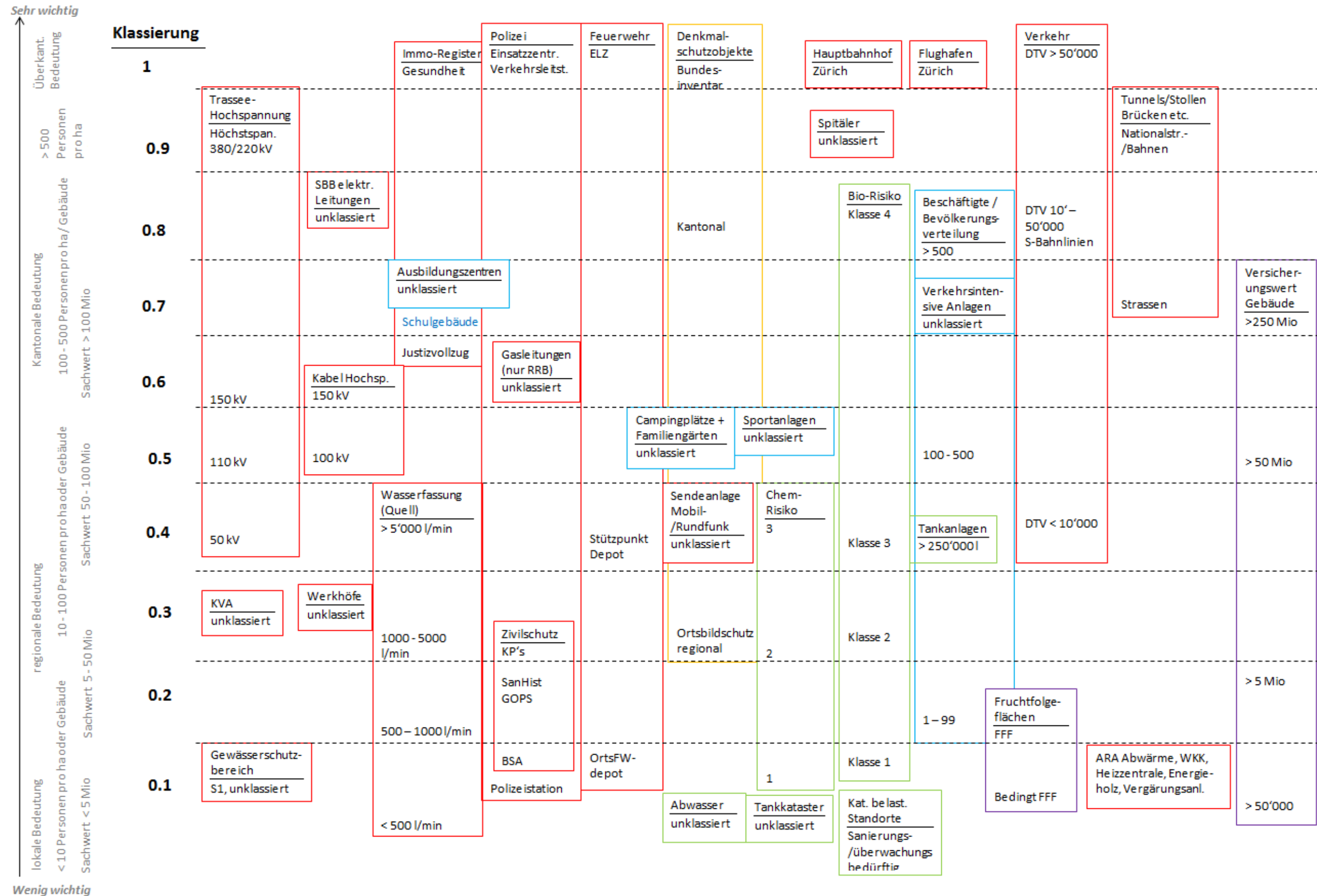
10 Anhang

Auf einer Daten-CD wurden dem Auftraggeber folgende Informationen abgegeben:

- Toolbox mit den Modellen aus ArcGIS zu den im Kapitel 4.4 beschriebenen Arbeitsschritten
- Geodatenbank (aus ArcGIS) mit Eingabe- und Resultat-Files der Risikoberechnung
- Phytoskript zur Aufbereitung ‚Linien zu Punkte‘
- Phytoskript ‚Risikoberechnung EHQ‘
- Darstellung der Karte (.mxd-file aus ArcGIS)
- Informationen zum ‚Zonalhistogram‘ und zur ‚Zonalstatistics‘

10.1 Anhang 1: Einteilung und Klassierung der Themen

Legende: **Versorgung** (Verkehr, Energie, Diverses) / **Personengefährdung** / **Sachwerte** / **Umweltauswirkung** / **Kultur**



10.2 Anhang 2: Tabelle Datensätze, Stand Januar 2014

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rot) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Denkmalschutzobjekte									
Denkmalschutz kantonal	Öffentlich Internet	Denkmalschutzobjekte	multipoint	Inventar der kunst- und kulturhistorischen Schutzobjekte von überkommunaler Bedeutung im Kanton Zürich.		STUF_KLA	kantonal 0.8	0.006/0.15/0.4	Vergleich: EM: Kirche (0.006/0.15/0.4)
Denkmalschutz regional Inventur der schutzwürdigen Ortsbilder von überkommunaler Bedeutung des Kantons Zürich	Web	isos_zh	point	Inventar der schutzwürdigen Ortsbilder von überkommunaler Bedeutung des Kantons Zürich.	Aussage Workshop 9.11.13: geschützte Ortsbilder in Analyse einbeziehen. Punktuelle Daten enthalten manchmal unrelevante Objekte.	E_STUF: R (regionale Ortsbilder)	R 0.3	0.006/0.15/0.4	Vergleich: EM: Kirche (0.006/0.15/0.4)
Denkmalschutz national Bundesinventur der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz (ISOS)	Intranet	isos	point	Ähnlicher Datensatz wie Isos Kt. ZH, jedoch sind hier die nationalen Objekte enthalten.		unklassiert	alle: 1	0.006/0.15/0.4	Vergleich: EM: Kirche (0.006/0.15/0.4)
Energie									
Energie	Web	Energieplan	Dataset	Der Datensatz Energie beinhaltet diverse Daten, welche zusammen mit den Datensätzen Energieleitungen und Wärmenutzung das Geodatenprodukt Energieplan bilden.	ARA-Leitungen nicht berücksichtigen, da über den gesamten Kanton nur 3.6 km Leitungen vorhanden sind.				
Gasleitungen	Web	Gasleitungen	line	Enthält unterschiedlich grosse Gasleitungen, jedoch ohne Attribute zum Transportvolumen.	Leitungen ohne RRB sind offensichtlich für die Feinverteilung.	Leitungen mit RRB-Nr. RRB_NR_1	Mit RRB_NR_1 : 0.6	0/0.01/0.1	EM: Gas sowie Wasser unter Terrain (0/0.01/0.1).

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Kabel	web	kabel	line		erdverlegte Stromkabel mit Attribut Spannung (150 / 100 kV), sind nur im Bereich Zürich, Winterthur und Dübendorf-Herrliberg vorhanden, Kabel enthält ein Attribut zur Spannung ist gemäss Metadaten jedoch nicht vollständig.	SPANNUNG	100: 0.5 ; 150: 0.6	0/0.01/0.1	EM: Gas sowie Wasser unter Terrain (0/0.01/0.1).
KVA-Netz	web	kva	point	Enthält 15 km Fernwärmeleitungen	ohne Angaben zur transportierten Energie, nicht einbeziehen, da nur lokale Verteilung und wenige Km vorhanden sind.				
SBB-Leitungen	web	sbb	line	SBB-Leitungen die nicht in Trassen enthalten sind		unklassiert	alle: 0.8	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Hochspannungsleitungen	web	trassen	line	Hochspannungsleitungen verschiedener Betreiber	Aussage Workshop 9.11.13: Netz ist grundsätzlich redundant. Wichtiger wären Unterwerke + Trafostationen. Ob Aussage infolge Betroffenheit der Leitung gemacht werden kann, ist unklar. Daten der erdverlegten Leitungen sind ungenau.	BETRISPANN	380+220: 0.9 150: 0.6 110 : 0.5 50: 0.4	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Abwasserreinigungsanlage		ara	point	ARA's mit Wärmegewinnung		unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Energieholz		energieholz	point	genutzte und ungenutzte Wärmeleistung von Energieholzanlagen		unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Heizzentrale		Heizzentrale	point	Heizzentralen ab 1MW		unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Kehrichtverbrennungsanlage		kva	point	KVA, alle mit Kant. Bedeutung und genutzter sowie ungenutzter Wärme		unklassiert	alle: 0.3	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Vergärungsanlagen		va	point			unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Wärme-Kraft-Kopplung		wkk	point	3 Anlagen für Abfallholz und Klärschlamm		unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Kommunikation									
Sendeanlagen	Intranet	Sendeanlagen_zivil	point	Alle Standorte von Sendeanlagen im Kanton Zürich vom Typ UMTS / GSM / Rundfunk.		unklassiert	alle: 0.4	0.01/0.2/0.3	EM: Sendeanlagen (Funk, TV, usw.) (0.01/0.2/0.3)

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Verkehr									
Tunnels und Stollen	Web	GISZHPUB_GS_TUNNEL_L	line	Alle Tunnels und Stollen im Kanton Zürich zusammengefasst (Zugtunnels, Strassentunnels, Wasserstollen, etc).	Die eigentliche Tunnelstrecke kann nicht mit der oberflächlichen Gefährdung verglichen werden. Jedoch können die Portale bezüglich Betroffenheit analysiert werden. Trink- und Abwassertunnel werden nicht analysiert, da entsprechende Infrastruktur auch bei oberflächlicher Führung nicht untersucht würde.	ART	SBB-Tunnel+Stollen 0.9 / Strassentunnel 0.7 / SZU-Tunnel 0.9 / VBZ-Tunnel 0.9 / Nationalstrassentunnel+Stollen 0.9 / Forchbahntunnel 0.9 /	0.2/0.8/1	EM: Kantons- & Nationalstrassen (0/0.01/0.1)
Verkehrsmessstellen	Web			Das Tiefbauamt (TBA) sowie das Bundesamt für Strassen (ASTRA) betreiben auf dem Staats- und Nationalstrassennetz des Kantons Zürich Verkehrsmessstellen.	Nicht verwenden, da nur punktuelle Daten vorhanden, Liniendaten sind im Verkehrsmodell enthalten.				
Strassennetz	Web	Strassenachsen	line	Das Strassennetz umfasst alle National- und Staatsstrassen sowie die für das Verkehrsmodell wesentlichen Gemeindestrassen des Kantons Zürich. Enthält grössere Strassen bis auf Stufe Gemeindestrasse	Alternativ zu verwendender Datensatz. Kommentar Workshop 9.11.13: Wenn die Strassen nicht nach dem DTV sondern nach der Strassenklasse klassiert würden, könnte die Kapazität und Wichtigkeit der Strasse anstelle des tatsächlichen Verkehrsaufkommen analysiert werden.	STRASSTYP	Gemeindestrasse 0.4 Hauptverkehrsachse + regionale Verbind.str. Kanton 0.8 HLS Hochleistungsstrassen 1	0.2/0.8/1	EM: Kantons- & Nationalstrassen (0/0.01/0.1)
Haltestellen ÖV	Web		sde, shp	Haltestellen des öffentlichen Verkehrs (verantwortlich ZVV, Betreuung VBZ).	Wird nicht berücksichtigt, da es sich nur um punktuelle Daten eines Netzes handelt, welche zudem nicht kategorisiert werden können.				

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Verkehr Verkehrsmodell OEV 2011		AFV_GV_V ERKEHRS MODELL_ OEV_2011_ L	line	Daten des durchschnittlichen, täglichen öffentlichen Verkehrs	Lage der Linien ist Modellorientiert und nicht wirklichkeitsgetreu (künstliche Verbindungen).	Q_PF_DTV_0 0	< 10'000 0.4 10'000 - 50'000 0.8 >50'000 1	0.5/0.8/1	EM: Bahn ein- und doppelspur (0.5/0.8/1)
Verkehr Verkehrsmodell MIV 2011		AFV_GV_V ERKEHRS MODELL_ MIV_2011_ L	line	Daten des durchschnittlichen, täglichen individuellen Verkehrs	Kommentar Workshop 9.11.13: Wenn die Strassen nicht nach dem DTV sondern nach der Strassen-Klasse klassiert würden, könnte die Kapazität und Wichtigkeit der Strasse anstelle des tatsächlichen Verkehrsaufkommens analysiert werden.	Q_DTV_2011	< 10'000 0.4 10'000 - 50'000 0.8 >50'000 1	0.2/0.8/1	EM: Kantons- & Nationalstrassen (0/0.01/0.1)
Strassenspuren, -nutzungen, -breiten	Intranet				Nicht verwenden, da Verkehrsmodell bessere Daten enthält (DTV anstatt DWV).				
Staatstrassenentwässerung	Intranet			Sämtliche Schächte, Leitungen und Spezialbauwerke im Bereich der Staatsstrassen des Kantons Zürich.	Nicht verwenden, da im Rahmen der Risikoanalyse nicht beurteilbar ist, ob ein Risiko (bspw. Verstopfung) besteht.				
Verkehrsentwicklungsintensive Anlagen Dez11 + Mrz12	Per Email von Ch. Füllmann, 12.9.13	XYVE_Koord_Marz2012 + XY_Auswahl_VE_5Dez11	point	Datensatz mit den Verkehrsentwicklungsintensiven Anlagen in den Sparten Einkaufszentren (E), Fachmärkte (F), Multifunktionskomplexe (K) und Freizeitanlagen (U). Definition gemäss kantonalem Richtplan inklusive Einrichtungen, die ein Publikumsmagnet darstellen.	Daten vom März 2012 + zusätzliche Punkte vom Dezember 2011 analysiert. Falls bereits in 'Ausbildungszentren' enthalten: gelöscht.	PLANUNGSS T + Typus Selber klassiert /mz	PLANUNGSST: B + Typus: U, E, F, K: 0.7	0.0001/0.001/0.001	EM: Einkaufszentrum (0.0001/0.001/0.001)

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Verkehr S-Bahnlinien		S_Bahn_Linien_L_line	line		Nur S-Bahnlinien verwenden, Bus- und Tramlinien jedoch nicht, da deren Daten gemäss Datenherr fehlerhaft und unvollständig seien. Zudem sind alle Bus und die meisten Tramlinien deckungsgleich mit Strassen, womit ein Schadenpotential ausgewiesen wird.	unklassiert	alle: 0.8	0.5/0.8/1	EM: Bahn ein- und doppelspur (0.5/0.8/1)
Versorgung									
Spitäler	Per Email von ch. Füllmann, 12.9.13	Spitäler	Polygon	Polygone mit Spitalbezeichnung. Nur Name.	selber klassiert /mz	unklassiert	alle: 0.9	0.2/0.6/1	EM: Spital (0.1/0.3/0.4)
Werkhöfe	Intranet	Werkhoefe	point	Werkhöfe diverser Ämter (TBA, AWEL, ALN (Wald))	KAPO-Daten sind in separatem Datensatz	AMT	ALN, TBA, AWEL: 0.3	0.1/0.4/0.8	Schätzung Egli Engineering AG für Stützpunkte mit nicht sensiblem Material
Zivilschutz	Intranet	Zivilschutzanlagen	point	Übersicht über die Schutzanlagen (Kommandoposten, Bereitstellungsanlagen, geschützte Sanitätsstellen und geschützte Spitäler).	Klassierung gemäss Workshop 9.11.13	KP und BSA	KP's 0.3 BSA 0.1 restliche: 0.2	0.1/0.4/0.8	Schätzung Egli Engineering AG für Stützpunkte mit nicht sensiblem Material
Wasser-Fassungen	Web	QUELLFASSUNGEN_P_point	point	Wasserfassungen	Klassierung gemäss Workshop 9.11.13	nur Quellfassung: Q_ENTNAHME	> 5'000: 0.4 100-5000: 0.3 500-1000: 0.2 <500: 0.1	0.01/0.2/0.5	EM: Wasserreservoir (0.01/0.2/0.5)
Gewässerschutzbereiche		GISZHPUB_GS_SCHUTZZONE_TEILFLAECHEN_F	Polygon	Gewässerschutzbereiche Au, Ao, Zu Zo und ueB gemäss Anhang 4 der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung		ARTCODE	S1: 0.1	0.01/0.2/0.5	EM: Wasserreservoir (0.01/0.2/0.5)

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Schutzzonen	Intranet			Schutzzonen, Schutzareale, Quellstränge	via Gewässerschutzbereiche abgedeckt				
Abwasser / ARA	Web	AWEL_GS SE_ARA_P_V	point	ARA-Standorte	Kommentar im Workshop 9.11.13: Es werden nur die ARA-Standorte in die Analyse einbezogen, keine Netzdaten, weitere Bauwerke oder Güllengruben. Der Grund dafür liegt neben der grossen Datenmenge in der unterschiedlichen Gefährdung. Während bei einer ARA eine grosse Menge Fäkalien punktuell ausgeschwemmt werden, ist dies bei den weiteren Bauwerken nicht der Fall.	unklassiert	alle: 0.1	0/0.2/0.5	EM: Kraftwerk (0.1/0.2/0.5), Freileitung (Strom) inkl. Masten (0/0.3/0.8), Gas auf Terrain (0/0.3/0.5)
Polizei	Via Brossi oder Immo	Plizeistationen	point	Polizeistationen der Kantonspolizei, Verkehrsleitstelle sowie die Einsatzzentralen der KaPo.	Analyse der Stationen und Leitstellen, Klassierung gemäss Funktion.	Art	Einsatzzentrale 1 ; Verkehrsleitstelle 1 ; Polizeiwache 0.1	0.3/0.8/1	Schätzung Egli Engineering AG für Zentralen mit elektronischen Steuerungen
Feuerwehr	Via GVZ	Feuerwehr	point	Depots kategorisiert in Hauptdepot/ Depot/ Nebendepot.	Einteilung gemäss Email K. Huber + Tel. Hr. Ehrenmann (1.10.13 /mz) LZB gibt es nicht.	FW_Kat_ und in Einzelfällen Feinunterteilung nach 'Depot'	ELZ 1 / OrtsFW 0.1 / SütptFW 0.4 / Betr.FW 0.1 / KFW Gubrist 0.1 / KFW Logistikzentrum 1 / NotfGr 0 / Grosstierrettung GTRD 0.1	0.1/0.4/0.8	Schätzung Egli Engineering AG für Stützpunkte mit nicht sensiblem Material
Flughafen Zürich	Selber digitalisiert	Flughafen_ZRH	Polygon	Umriss gemäss Hintergrundplan.			1	1/1/1	Schätzung Egli Engineering AG

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Hauptbahnhof Zürich	Selber digitalisiert	Hauptbahnhof_Zuerich	Polygon	Umriss gemäss Hintergrundplan.			1	0.5/0.8/1	EM: Bahn ein- und doppelspur (0.5/0.8/1)
Bevölkerung									
Betriebe & Beschäftigte Kt. ZH			geben Shapefile in Doku an, müsste jedoch Raster sein	Betriebe und Beschäftigte im Kanton Zürich 1998, 2001 und 2005 im Hektarraster. Anzahl Betriebe und Anzahl Beschäftigte im Hektarraster (mit Lücken, wo keine Daten vorhanden sind).	Daten nicht vorhanden.				
Beschäftigte		Betriebszaehlung_ha_95bis08_polygon	Polygon	Eidgenössische Betriebszählung 2008. Betriebe und Beschäftigte. Sektoren 2 und 3 des Bundesamts für Statistik.	Anzahl Beschäftigte analysieren, Anzahl Betriebe schwierig, da Betriebsgrößen nicht erfasst sind. Klassierung ev. anpassen.	ANZ_BES_08	> 500: 0.8 101 - 500 0.5 < 100 0.2	0.0001/0.001/0.001	EM: Letalität: Industrie-/Gewerbegebäude (0.0001/0.001/0.001)
Bevölkerungsverteilung		Bevoelkerung_ha_2010_STA	Polygon (Hektarraster)	Bevölkerungsverteilung im Kanton Zürich im Jahr 2010, im Hektarraster	Ev Alter bei Verletzlichkeit berücksichtigen. Einteilung sinnvoll? Ev. Klassierung anpassen.	TOTAL	> 500: 0.8 101 - 500 0.5 < 100 0.2	0.0001/0.001/0.001	EM: Letalität: Industrie-/Gewerbegebäude (0.0001/0.001/0.001)

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Sportanlagen	Web	Sportanlagen	shp	Öffentliche sowie private Sportanlagen von Bedeutung. Punktgeometrie zu Sportanlagen.	Nur bedingt brauchbar, da diese grossen Anlagen nur durch einen Punkt repräsentiert werden und keinerlei Daten zur Häufigkeit und Intensität der Nutzung vorhanden sind. Ein Typ-Attribut ist vorhanden, darin ist die Art der Anlage enthalten (Sporthalle, Schiesssportanlage, Reithalle, Bocciahalle,...). Es sind sehr viele Typen vorhanden. Falls bereits in 'Ausbildungszentren' enthalten: gelöscht.		unklassiert. Alle : 0.5		Verletzlichkeit:3e-6/3e-5/0.0006
Ausbildungszentren	Per Email von Ch. Füllmann, 12.9.13	Ausbild_	Polygon	Datensatz mit Standort der Ausbildungszentren (Hochschulen, ETH, Universitäten)	Ev. bereits bei 'Beschäftigte' enthalten? Ev. redundant mit 'VV Schulgebäude' aus dem Immo-Register?	unklassiert	'Tierspital': 0 alle: 0.7	0.000003/0.00003/0.0006	EM: Letalität: Schule/Kindergarten (3e-06/3e-05/0.0006)
Campingplätze		Zonenplan_Ueberbauungsstand	Polygon	über Zonenplan integriert. 'Freihaltezone Erholung D'		ZLAB	Campingplätze + Familiengärten: 0.5	0.000000001/0.001/0.3	EM: Letalität: Campingplatz (1e-09/0.001/0.3)
Schulhäuser	Twixel	Schulen_Twixel	point	Adressen aller Schulhäuser aus Twixel 2013 exportiert und digitalisiert		unklassiert	alle: 0.7	0.000003/0.00003/0.0006	EM: Letalität: Schule/Kindergarten (3e-06/3e-05/0.0006)
Gebäude / Raumplanung									
Gebäudebaujahr			shp	Durchschnittliche Gebäudebaujahre im Hektarraster. Hektaren mit 3 oder weniger Gebäuden sind nicht aufgenommen.	nur verwenden, falls Versicherungsraster nicht verfügbar				

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Grundstückslageklassen					Klassierung wird pro Gemeinde gemacht, nicht einheitlich und daher nicht brauchbar für Risikoanalyse				
Gebäudevolumen			shp	Durchschnittliches Gebäudevolumen als Hektarraster. Hektaren mit 3 oder weniger Gebäuden sind nicht aufgenommen.	Nur verwenden, falls Versicherungsraster nicht verfügbar				
AV KMAF, Sondernutzungen	Intranet		sde, shp	Sondernutzungen der kantonalen Mehranforderungen (KMAF).	Keine oder schon in anderen Dateien vorhanden (z.B. schutzwürdige Ortsbilder)				
Immobilien-Register	Intranet	ZH_GEB_P_V	point	Immobilien-Register. Die Daten sind noch nicht verifiziert. Angaben ohne Gewähr.	Schule: wenn bereits in 'Ausbildungszentren' enthalten: nicht berücksichtigt Gesundheit: wenn bereits in 'Spitäler' enthalten: nicht berücksichtigt. Sind Gefängnisse relevant für das Versorgungsrisiko?	PORTFOLIO1	VV Gesundheit (Spitäler und Kliniken) 1 VV Justizvollzug (Gefängnisse) 0.6 VV Schulgebäude 0.7	0.1/0.3/0.4 (Spitäler und Gefängnisse: 0.2/0.6/1)	EM: Frei wählbares Gebäude (0.1/0.3/0.4) EM: Spital (0.1/0.3/0.4)
Versicherungs-Wert GVZ	GVZ	GVZ Portfolio 2013	Raster	bestehende GVZ-Gebäude, Stand: Ende 2013			> 250 Mio. 0.7 > 50 Mio. 0.5 > 5 Mio. 0.2 > 50'000 Fr. 0.1	Wassertiefen < 0.5 m: 4-10% der Vers.summe Wassertiefen > 0.5 m: 20-30 % der Vers.summe	Gem. GVZ-internen Werten, unterschieden nach urbanem und ländlichem Raum. Bundesbauten sind nicht bei der GVZ versichert (z.B. Landesmuseum, ETH); der Mobilienwert wurde mit einem Faktor auf der Gebäudeversicherungssumme hochgerechnet

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Landwirtschaft / Boden									
Fruchtfolgeflächen		Fruchtfolge-flaechen	polygon	Fruchtfolgeflächen		FFF	1 : 0.2 2 0.1	0.05/0.1/0.4	EM: Weideland (0.001/0.03/0.5), frei wählbares Objekt Landwirtschaft, Grünflächen, Wald (0.1/0.2/0.5), Gemüsekultur (0.1/0.1/0.3), Ackerland, Mähwiesen (0.001/0.05/0.5)
Bodenbedeckung				Die Informationsebene Bodenbedeckung ist eine generalisierte und kartografisch bearbeitete Darstellung realer Objekte mit flächiger Ausdehnung.	Nicht verwenden, da für die meisten Bereiche bessere Daten vorhanden sind.				
Umwelt-Gefährdung									
Tankkataster + Tankanlagen	Intranet	Tankkataster_Kanton Tankkataster_StadtZH	multipoint Polygon	Verzeichnis der Tankanlagen im Kanton Zürich (Punkte) und in der Stadt Zürich (Flächen).	Nur Standort berücksichtigen, da in der Stadt ZH keine weiteren Daten zum Inhalt der Tanks vorhanden sind.	Kanton: VOLUMEN Stadt: unklassiert	Kanton > 250'000l : 0.4 Stadt + Kanton restliche: 0.1	0.1/0.5/0.8	Schätzung Egli Engineering AG. Befinden sich meist im Untergeschoss.
Biorisikokataster	Per Email von Fr. K. Fischer, 19.11.13	B_Betriebe_ZH	point	Biorisikokataster des Kantons Zürich, Darstellung der Risiken, die von B-Betrieben ausgehen.	Es gibt Vorbehalte, ob die Risikoklassen nach Störfallverordnung die richtige Klassierung für die Risikoanalyse in diesem Projekt darstellt.	Höchste_Sicherheitsstufe	4: 0.8 3: 0.4 2: 0.3 1.2: 0.1	0.1/0.3/0.5	Schätzung Egli Engineering AG. Unterliegen Störfallverordnung.
Chemie-Risiko	Intranet	GISZHPUB_AW_CRK_BETRIEBE_P	point	Darstellung von stationären und mobilen chemischen Risiken im Kanton Zürich.	Es gibt Vorbehalte, ob die Risikoklassen nach Störfallverordnung die richtige Klassierung für die Risikoanalyse in diesem Projekt darstellt.	REL_P	3: 0.4 2: 0.3 1: 0.1	0.1/0.3/0.5	Schätzung Egli Engineering AG. Unterliegen Störfallverordnung.

Name (eingefärbt = wurde für die Analyse verwendet)	Quelle	Name Datensatz	Geometrie / Format	Beschreibung	Diskussion / Fragen	verwendete Spalten	Klassierung (rote Zahl, fett) nach Attributen	Verletzlichkeit (Wert 0-1 für schwach/mittel/stark)	Verletzlichkeit (Beschreibung / Grundlagen, EM = EconoMe 1.0 Objektparameter. Stand 1.10.2013)
Kataster der belasteten Standorte (KbS)	Web	kbs_alle	Polygon	Der Kataster der belasteten Standorte (KbS) zeigt Standorte, bei denen feststeht oder mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist, dass sie mit Abfällen belastet sind. Attribute als Hinweis zur Gefährdung: B5: belastet, keine schädlichen oder lästigen Einwirkungen zu erwarten U1, U3: belastet, untersuchungsbedürftig B8: belastet, weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig UE: belastet, überwachungsbedürftig S: belastet, sanierungsbedürftig	D+ U+I Standorte mit sanierungsbedürftigen und überwachungsbedürftigen Flächen. Gemäss Tel. Aeschimann 3.10.13 /mz	STAOKLAKA T	Werte mit UE + S: 0.1	0.1/0.3/0.5	Schätzung Egli Engineering AG. Unterliegen Störfallverordnung.
UmweltPlus(ehemals IGK2000) - Betriebe mit umweltrelevanten Prozessen	Intranet		shp	Betriebe mit umweltrelevanten Prozessen	Enthält sehr viele Betriebe mit Attribut in Betrieb/ausser Betrieb sowie Klassierung zur Umweltrelevanz. Diese ist jedoch bei vielen Betrieben nicht vorhanden, bei weiteren nicht einheitlich geführt.	Daten zu wenig vollständig und zu uneinheitlich erfasst für eine Verwendung.			

10.3 Anhang 3: Analyse zur farblichen Darstellung der Rasterzellen

Darstellung der Farben

Anlässlich der Arbeitssitzung im Dezember 2013 wurde mit der Projektleitung besprochen wie die Resultate der Risikoanalyse auf einer Karte dargestellt werden können.

Um eine geeignete Darstellung zu finden, soll eine Sensitivitätsanalyse durchgeführt werden, die aufzeigt, bei welchen Grenzwerten sich das Gesamtbild der Risikoanalyse verändert.

Ziel

Die Darstellung der Übersichtskarte soll auf ca. 10 bis 20 Hotspots hinweisen, bei welchen grosse Risiken bestehen. Die gewählte Abstufung der Farben soll eine gewisse Robustheit aufweisen, sodass die erwähnten Hotspots sichtbar bleiben und sich das Gesamtbild bei kleinen Änderungen der Klassengrenzen nicht grundlegend verändert.

Vorgehen

Mögliche Farbabstufungen wurden nach Prozentanteilen der Anzahl Rasterzellen bestimmt. Es geht darum, den Prozentwert für die Grenze zwischen gelb-orange und zwischen orange-rot zu finden.

In der Matrix werden die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten aufgelistet, in welchen die Zellen einer Farbe zugeordnet werden könnten. Dabei wird festgelegt, dass die gelben Zellen mindestens 50% der Zellen umfassen müssen. Die Zuteilung von weniger als 50 % zu den gelben Zellen hat sich als nicht zweckmässig herausgestellt, da keine klaren Hotspots sichtbar sind. Die Abstufung wurde mit 5% gewählt, um einerseits systematisch vorzugehen und andererseits den Aufwand zu minimieren; 10%-Schritte wäre vermutlich zu gross. Die Änderung der Klassengrenze um weniger als 1- 2% sollte nicht zu einem anderen Bild führen.

In der untenstehenden Abbildung ist die Aufteilung zwischen den gelben, orangen und roten Rasterzellen als Matrix dargestellt.

Lesebeispiel: Für die untersten 55% der Zellen wird gelb (Spaltentitel) gewählt und für die nächsten 30% orange (Zeilentitel), dann beinhalten die roten Zellen (die roten Felder) die 15% obersten Zellen. Bezeichnung: 55/30/15

[%]		Anteil gelbe Rasterzellen							
Anteil rote Rasterzellen		50	55	60	65	70	75	80	85
Anteil orange Rasterzellen	5	45	40	35	30	25	20	15	10
	10	40	35	30	25	20	15	10	5
	15	35	30	25	20	15	10	5	0
	20	30	25	20	15	10	5	0	-5
	25	25	20	15	10	5	0	-5	-10
	30	20	15	10	5	0	-5	-10	-15
	35	15	10	5	0	-5	-10	-15	-20
	40	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25
	45	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30

Um eine geeignete Darstellung zu finden, wurde als erstes vom Median (50 %) für die Grenze der gelben Zellen ausgegangen. Die obere Hälfte der Werte wurde nach Quantilen aufgeteilt, also zu je 25 %. Von dieser Variante wurden anschliessend jeweils in Schritten von 5 %-Punkten andere Abstufungen gewählt.

Die Zuteilung von weniger als 50 % zu den gelben Zellen hat sich als nicht zweckmässig herausgestellt, da keine klaren Hotspots sichtbar sind.

Mehr als 60 % der Farbe Gelb zuzuteilen ist ebenfalls nicht sinnvoll, da schliesslich zu wenig orange und rote Zellen entstehen, die auf Hotspots hinweisen.

Resultat

Die verschiedenen Varianten zeigen, dass die roten Zellen einen Anteil von 15 bis 25 % haben sollten, damit sich klare Hotspots zeigen. Sobald dieser Anteil erhöht oder verringert wird, sind die Hotspots nicht mehr klar erkennbar.

Der Anteil an gelben Zellen kann von 50 bis 60 % variieren. Der prozentuale Anteil an gelben Zellen sollte 50 % (= Median) nicht unterschreiten, da sonst sehr viele orange und rote Flächen entstehen und keine klaren Aussagen mehr möglich sind.

Der Anteil an orangen Zellen sollte zwischen 15 und 30 % liegen, um ein klares Bild zu erzeugen.

Werden die Zellen innerhalb der erwähnten Prozentbereiche den Farben zugeteilt, bleibt das Gesamtbild stabil und lässt klare Aussagen zu den Hotspots zu. Die Projektleitung wählt aufgrund der oben aufgeführten Kriterien die folgende Darstellung.

- Die ersten 60 % der Werte: gelb
- Die mittleren 25 % der Werte: orange
- Die obersten 15 % der Werte: rot

Diskussion

Ob der Median (also 50 %) oder die Grenze von 55 oder 60 % für gelbe Flächen ausgewählt werden, ändert am Gesamtbild nur wenig. Falls weniger rote Flächen dargestellt werden sollen, eignen sich die 60 % - Darstellung.

Die Abstufung der Farben kann das Bild sehr verändern. Der erste Eindruck bei Betrachtung der Risikokarte kann durch die Wahl und die Abstufung der Farben leicht beeinflusst werden. Die Wahrnehmung von Hotspots und die Aussage des Gesamtbildes ist zudem sehr subjektiv.

10.4 Anhang 4: Verwendung der pauschalen Verletzlichkeit

Die Risikoanalyse wurde mit differenzierten Verletzlichkeiten berechnet, die sich je nach Intensität des Ereignisses unterscheiden.

Die vorliegende Analyse soll nun zeigen, wie sich die Risikowerte verhalten, wenn nur die pauschale Verletzlichkeit eingesetzt wird.

Vorgehen

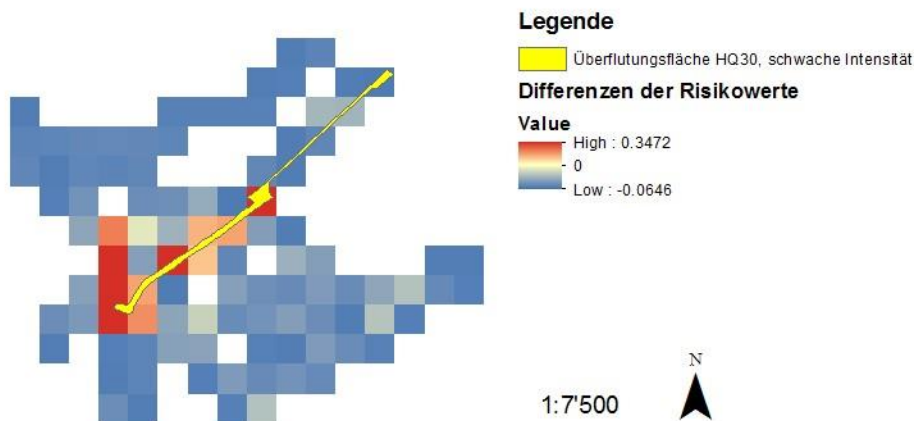
Für die Berechnung des Risikos wurde anstatt der differenzierten Verletzlichkeiten nur die pauschale Verletzlichkeit (diese entspricht der Verletzlichkeit bei mittlerer Intensität) eingesetzt. Die Daten der GVZ wurden ohne Differenzierung zwischen Stadt und Land ebenfalls mit der pauschalen Verletzlichkeit berechnet.

Beide Resultate wurden übereinander gelegt und die Differenz der Risikowerte berechnet. Es wurde eine Karte mit den neuen Risikowerten in der ursprünglichen Farb-Abstufung produziert, um allfällige Unterschiede im Gesamtbild sichtbar zu machen.

Resultat

Die grössten Veränderungen der Verletzlichkeit sind bei Rasterzellen zu finden, welche von Ereignissen mit schwacher Intensität getroffen werden. Als Beispiel hierfür ist in der untenstehenden Abbildung zu sehen, dass die rötlichen Zellen eine grössere Abweichung aufweisen und einen höheren Risikowert erhalten.

Beispielhafter Ausschnitt:



Bei Flächen der Restgefährdung bzw. EHQ wird im städtischen Gebiet ein eher kleines Risiko und im ländlichen Raum ein eher höheres Risiko erreicht. Im Limmattal sind die Risiken infolge des EHQ zum Beispiel überall leicht gesunken.

Die Risikowerte fallen mit der pauschalen Verletzlichkeit in grossen Teilen des Kantons höher aus. Einzig auf den Flächen der Restgefährdung resultieren grösstenteils kleines Risiken.

Die Differenzen der Risikowerte bewegen sich zwischen -0.0646 und +0.3472. Das Minimum sowie das Maximum und der Mittelwert verändern sich mit der Verwendung der pauschalen Verletzlichkeit nicht.

Diskussion

Bei einigen Themen wurde angenommen, dass die Objekte bei schwacher Intensität nicht oder nur sehr wenig beeinträchtigt werden - ein kleines Risiko besteht. Die pauschale Verletzlichkeit entspricht der Verletzlichkeit bei mittlerer Intensität und bewirkt somit, dass das Risiko in Bereichen mit schwacher Intensität höher ausfällt.

Da die Differenzierung zwischen Stadt und Land bei den Gebäudedaten wegfällt, resultiert in der Stadt ein eher kleines und auf dem Land ein eher höheres Risiko. Dies ist der Grund, weshalb sich das Risiko auf den Restgefährdungsflächen geändert hat.

AWEL Kanton Zürich

RAKAZ / RAMB Update 2017

Technischer Kurzbericht

Aktualisierung mit den Gefahrenkarten 2017

Impressum

Auftraggeber

AWEL Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft
Christian Schuler
Walcheplatz 2
8090 Zürich

Auftragnehmer

Egli Engineering AG
Bogenstrasse 14
9000 St. Gallen

071 274 09 09
info@naturgefahr.ch
www.naturgefahr.ch

Egli Engineering AG
Schwarztorstrasse 87
3007 Bern

031 381 52 90
info@naturgefahr.ch
www.naturgefahr.ch

Angaben zum Projekt

Projektnummer:	690
Berichtstatus:	Entwurf
Bearbeitung:	S. Hofer, J. Studer
Datum:	30.11.2017
Datei:	690_RAKAZ_RAMB_Update_2017.docx

Inhaltsverzeichnis

Impressum	1
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung	4
2 Grundlagen	4
2.1 Aufteilung des Schutzgüterthemas „Immobilien Register“	4
3 Methodik	5
3.1 Risikoberechnung.....	5
3.2 Risiken der GVZ	5
4 Qualitätssicherung	6
5 Resultat	6
5.1 Änderungen Allgemein	6
5.2 Änderungen gegenüber RAKAZ	6
5.3 Änderungen gegenüber RAMB	7
6 Quellen	7

1 Einleitung

Mit dem Projekt ‚Risikoanalyse Kanton Zürich - RAKAZ‘ (2013 – 2014) wurde erstmals im Kanton Zürich eine flächendeckende Risikokarte bezüglich Hochwassergefahren unter Einbezug verschiedenster Schutzgüter erstellt. Nachdem sich die Risikokarte Wasser (Projekt RAKAZ) in der Praxis bewährt hat, wurde im Jahr 2016 eine vergleichbare Risikokarte für Gefahren durch Massenbewegungen (Projekt RAMB) erstellt werden.

In der Zwischenzeit sind die Gefahrenkarten für weitere Gebiete im Kanton Zürich erstellt oder erneuert worden und decken nun den ganzen Kanton ab. In der Risikoberechnung gemäss RAKAZ und RAMB werden die aktualisierten Gefahrenkarten und zusätzlichen Gebiete nun in die Risikoberechnungen integriert.

Die Grundlagen (Themen der gefährdeten Objekte) und Methodik (Risikomodell) werden jeweils aus den Projekten RAKAZ und RAMB übernommen. Eine Ausnahme bilden die Gebäudedaten. Die Risiken für dieses Thema werden wie gehabt von der Gebäudeversicherung Kanton Zürich (GVZ) berechnet, als fertige Risikoraster geleifert und mit eingerechnet.

Das Resultat wird als Geodatabase dem Auftraggeber abgegeben. Zusätzlich wird pro Gemeinde ausgewertet, wie gross die prozentualen Anteile der 5 verschiedenen Risikotypen zum Gesamtrisiko sind. Neu wird die Auswertung auch pro Rasterzelle (100m X 100m) abgegeben.

2 Grundlagen

Die Basis für die vorliegende Arbeit bildet die Risikoanalyse Kanton Zürich (RAKAZ) [1] und die Risikokarte für Gefahren durch Massenbewegungen (RAMB) [2]. Beide Projekte wurden im Auftrag des AWEL (Projektleitung Christian Schuler) erarbeitet. RAKAZ wurde im Sommer 2014 abgeschlossen und im August 2016 aktualisiert [3]. RAMB wurde Ende 2016 abgeschlossen.

Folgende, neue Grundlagen wurden für das vorliegende Update verwendet:

- Intensitätskarten Massenbewegung (Download von Ernst Basler + Partner AG am 27.07.2017)
- Intensitätskarten Wasser (Download von Ernst Basler + Partner AG am 14.09.2017)
- Gemeindegrenzen (UP_Gemeinden_F.shp, Stand August 2017)
- GVZ-Portfolio Stand Januar 2017
 - RAMB-Rasterdaten von GVZ per Mail erhalten am 18.08.2017
 - RAKAZ-Rasterdaten von GVZ per Mail erhalten am 26.10.2017

Falls nicht anders erwähnt, wurden für das vorliegende Update die Daten und Grundlagen aus dem Projekt RAKAZ respektive RAMB übernommen.

2.1 Aufteilung des Schutzgüterthemas „Immobilien Register“

Das Schutzgüterthema „Immobilien_Register“ wurde für RAKAZ wie schon bei RAMB in zwei Themen (Kategorien) unterteilt. Zweck ist die bessere Zuteilung zu den Risikotypen zu ermöglichen. Folgende Zuteilung wurde einheitlich vorgenommen:

- Immobilien_Register_Schulen mit Zuteilung zu Risikotyp „Personenrisiken“
- Immobilien_Register_Spitäler_Gefängnisse mit Zuteilung zu Risikotyp „Versorgungsrisiken“

Das Schutzgüterthema „Immobilien_Register“ mit Zuteilung zu den „Sachrisiken“ entfällt.

Es gibt nun einheitlich für RAMB und RAKAZ 45 Schutzgüterthemen. Es wurde ausschliesslich die Zuweisung der Risikoarten verändert.

3 Methodik

Bei der RAKAZ-Analyse wird auf die Methodik der Risikoanalyse des Kantons Zürich zurückgegriffen. Diese wird im Technischen Bericht zum Projekt ausführlich erläutert [1].

Bei der Analyse der Risiken durch Massenbewegungen „RAMB“ wurde ursprünglich auch auf die Methodik der Risikoanalyse des Kantons Zürich zurückgegriffen. Diese Methodik wird im Bericht zum Projekt „RAMB“ ausführlich erläutert [2].

Spezielle Arbeitsschritte, die zur Risikoberechnung sowie zur Berechnung der prozentualen Risiko-Anteile pro Gemeinde durchgeführt wurden, werden im Folgenden erläutert.

3.1 Risikoberechnung

Die Berechnung der Risiken erfolgte gemäss Methodik RAKAZ [1] und RAMB [2] mit den neuen Intensitätskarten (siehe Kapitel 2).

Hinzu kommen die Risiken der Gebäudeversicherung. Diese hat ihre Risiken mit den aktuellen Gefahrengrundlagen und dem aktuellen Gebäude-Portfolio (Stand Januar 2017) neu berechnet (siehe Kapitel 2 und 3.2). Diese Daten sind entsprechend in das Gesamtrisiko und die weiteren Auswertungen mit eingeflossen.

3.2 Risiken der GVZ

Wir wurden von der GVZ darauf hingewiesen, dass die Methode zur Schätzung des Gebäudeschadenpotentials verbessert wurde [4]. Diese Verbesserungen wurden für RAKAZ und RAMB gleichermassen angewendet. So wurde zum Beispiel die Georeferenzierung und die Methodik zur Zuweisung von Intensitätsflächen bei Mehrfachbetroffenheit von Gebäuden verbessert. Dementsprechend wurden auch in Gebieten ohne Anpassung der Gefährdung abweichende Risikowerte abgeschätzt. Detailfragen zur veränderten Methodik sind bei der GVZ zu erfragen.

4 Qualitätssicherung

Die Resultate der neuen Berechnung wurden durch die interne Qualitätssicherung kontrolliert. Die Rasterzellen wurden so miteinander verrechnet, dass die Differenzen zwischen der vorangehenden Analyse und dem vorliegenden Update sichtbar wurden.

Die Kontrolle wurde erschwert durch den Umstand, dass die Gefahrenkarten und gleichzeitig die GVZ-Methodik verändert wurde. Darum wurden zudem die Risiken exkl. GVZ-Daten miteinander verglichen.

Bei Auffälligkeiten wurden die alten und neuen Gefahrenkarten hinterlegt und durch Stichproben die Plausibilität geprüft.

Bei den Excel-Daten wurde jeweils die im GIS-Modell berechnete Summe mit in Excel gebildeten Kontrollsummen verglichen. Die Unterschiede befinden sich im Bereich der Rundungsungenauigkeit. Die Ergebnisse der neuen Exceltabellen wurden mit den alten Daten verglichen und Auffälligkeiten Stichprobenartig auf Plausibilität geprüft.

Die Kontrollen kommen zu dem Ergebnis, dass die Resultate plausibel sind.

5 Resultat

Die Resultate der Risikoanalysen RAKAZ und RAMB liegen je als eine FGDB-Datenbank vor. Die Gesamtrisiken sind jeweils im Hektarraster über den ganzen Kanton in einem Raster-Dataset zusammengefasst und werden neu auch als Polygon-Feature-Klassen abgegeben. Die Auswertungen pro Gemeinde liegen als Polygon-Feature-Klasse pro Risiko-Art vor. Die Gesamtauswertung der Gemeinderisiken wird auch als Excel-Tabelle abgegeben. Damit können beliebige Analysen und Formen für die Darstellung der Resultate gewählt werden.

5.1 Änderungen Allgemein

In Gebieten mit gleicher Gefährdung hat sich der Wert des Gesamtrisikos in einzelnen Rasterzellen vor für die Wasserrisiken (RAKAZ), als auch für Risiken durch Massenbewegungen (RAMB) verändert.

Dies kann zum einen auf die veränderten Gebäuderisiken der GVZ zurückgeführt werden, welche sich auf die neusten Zahlen ihres Gebäude-Portfolios stützen und auch durch die angepasste Methodik einige Veränderungen mit sich bringen. Zum anderen spielen neu hinzugekommene und überarbeitete Gefahrenkartierungen eine Rolle.

Entsprechend dieser Veränderung, sind die Risikoveränderungen gegenüber der vorhergehenden Risikoermittlungen „RAKAZ update“ und RAMB plausibel.

5.2 Änderungen gegenüber RAKAZ

Der Vergleich der Raster-Zellen zwischen dem Resultat des Updates 2015 [3] und der vorliegenden neuen Berechnung 2017 zeigt, dass sich die Zellen-Werte in Gemeinden mit neuen Gefahrenkarten (nördlicher Kantonsteil) verändert haben. Hier konnten die vorhandenen Schadenpotenziale nun mit den Daten der Gefahrenkartierung überlagert und das entsprechende Risiko berechnet werden. Im Raum Winterthur und Bassersdorf ist es aufgrund der Anpassung der Gefahrenkarten, respektive einer veränderten Gefährdung, zu den deutlichsten Veränderungen gekommen (von etwa -0.4 bis +0.7 Risikopunkte pro Rasterzelle).

5.3 Änderungen gegenüber RAMB

Der Vergleich der Raster-Zellen zwischen dem Resultat aus dem Jahr 2016 [2] und der vorliegenden neuen Berechnung 2017 zeigt auch bei RAMB, dass sich die Zellen-Werte in Gemeinden mit neuen Gefahrenkarten verändert haben. Die Veränderungen sind gerundet zwischen -0.005 bis +0.0135 Risikopunkte pro Rasterzelle.

St. Gallen, den 30.11.2017



Dr. Thomas Egli
Egli Engineering AG

St. Gallen, den 30.11.2017



Sebastian Hofer
Egli Engineering AG

6 Quellen

- [1] D. Rüttimann, M. Zahnd, T. Egli, und M. Heidemann, "RAKAZ - Risikoanalyse Kanton Zürich," Egli Engineering im Auftrag von AWEL & Gebäudeversicherung des Kantons Zürich, Technischer Bericht, 2014
- [2] S. Hofer, T. Egli, „RAMB - Risikoanalyse für Massenbewegung“, Technischer Bericht, 2015
- [3] M. Zahnd, S. Hofer, D. Rüttimann, „RAKAZ Update“, Technischer Bericht, 2016
- [4] Risikoanalyse Hochwasser Kanton Zürich – 2017: Gebäuderisiken der GVZ, per Email von Christoph Welker, GVZ, 26.10.2017