

Master Thesis

im Rahmen des
Universitätslehrganges „Geographical Information Science & Systems“
(UNIGIS MSc) am Zentrum für GeoInformatik (Z_GIS)
der Paris Lodron-Universität Salzburg

zum Thema

Nutzung von mobilen Endgeräten für die Verbreitung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten

vorgelegt von

**Dipl.-Ing. (FH) Karl Spachinger
U1403, UNIGIS MSc Jahrgang 2008**

Zur Erlangung des Grades
„Master of Science (Geographical Information Science & Systems) – MSc
(GIS)“

Gutachter:
Ao. Univ. Prof. Dr. Josef Strobl

Danksagung

Meine Danksagung gilt ganz besonders meiner Frau Michele Spachinger, die mir auf der einen Seite die Zeit und Geduld zum Verfassen dieser Master Thesis zur Verfügung stellte, auf der anderen Seite mich aber ständig motivierte und unterstützte, damit ich dieses Ziel erreichen kann.

Des Weiteren möchte ich Prof. Dr. Wolfgang Dorner und seinem Team von der Fachhochschule Deggendorf meinen verbindlichsten Dank aussprechen, die mir die Erstellung der Arbeit im Rahmen des Projekts RISK MAP ermöglichten, mich intensiv bei der Ausarbeitung unterstützten und insbesondere bei der Generierung von Ideen stets hilfreich zur Seite standen. Gleichmaßen gilt mein Dank Prof. Strobl, der sich stets um alle meine Anliegen bemühte, sehr rasch auf alle Bitten reagierte und großen Entfaltungsraum bei der Master Thesis zuließ.

Vorwort

Mobilen Endgeräten kommt durch die technologische Entwicklung eine stetig größer werdende Bedeutung zu. Gerade durch die Mobilität sowie die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, welche durch Hardware- und Softwareentwicklung realisiert werden, können diese Geräte für komplett neue Einsatzfelder genutzt werden. Standortbasierende Informationen, Kartendarstellungen mit zusätzlich abrufbaren Metadaten, individuelles Einbinden unterschiedlicher Daten von verschiedenen Servern oder die Nutzung der sogenannten Augmented Reality sind nur einige wenige Möglichkeiten, die technisch umsetzbar sind.

Die Forderungen der Richtlinie der Europäischen Union zur Bewertung und dem Management von Hochwasserrisiken und die Unkenntnis der Bevölkerung über bestehende Risiken in Bezug auf Hochwasserereignisse einerseits sowie die technologische Weiterentwicklung im Bereich der mobilen Endgeräte und Smartphones andererseits waren Anlass zur Erstellung dieser Master Thesis mit dem Fokus auf der Verbreitung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten mit Hilfe von mobilen Endgeräten. Es sollen nicht nur Geographen und Kartographen angesprochen werden, sondern überdies auch Softwareentwickler, welche sich mit dieser Thematik auseinandersetzen müssen und das Erstellen von Applikationen oder anderen Softwarelösungen anstreben, um Karteninformationen auf ein mobiles Endgerät zu transportieren und dort entsprechend darzustellen. Die Master Thesis soll ein Leitfaden für die Umsetzung von nutzerspezifischen und nutzerfreundlichen Applikationen sein, die einen Beitrag zu der von der Richtlinie geforderten Information der Öffentlichkeit liefern können und dabei alle erforderlichen fachlichen Grundlagen ansprechen.

Erklärung der eigenständigen Abfassung der Arbeit

Ich versichere, diese Master Thesis ohne fremde Hilfe und ohne Verwendung anderer als der angeführten Quellen angefertigt zu haben, und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen hat. Alle Ausführungen der Arbeit die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden sind entsprechend gekennzeichnet.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	8
Problemstellung	8
Fokus und Zielsetzung	10
Grundlagen	12
Hochwasserrisikorichtlinie.....	13
Allgemeines zur Richtlinie.....	13
Rechtliche Umsetzung	16
Forschung zum Thema Hochwasserrisikorichtlinie.....	20
Richtlinie und Hochwasserkarten	24
Praktische Umsetzung der Richtlinie	27
Kartographie.....	27
Kartographie allgemein.....	27
Kartographisches Zeichensystem.....	30
Kartographische Gestaltungsmittel	32
Graphische Mindestgrößen	33
Graphische Semiologie	34
Grundlagen.....	34
Experimentelle Graphische Semiologie.....	38
Verbreitung von Karten.....	39
Theoretische und konzeptionelle Aspekte	44
Nutzergruppen.....	45
Information und Inhalt	50
Gestaltung	55

Werkzeuge.....	65
Aufbereitung, Speicherung und Verteilung	66
Übertragungstechnologie	71
Informationsabruf.....	72
Kartendarstellung auf Smartphones	74
Internetbrowser	75
Applikation – Basiskarten und KML	76
Applikation - WMS.....	79
Fallstudie	83
Projektgebiet	83
Datengrundlagen und Kartenmaterial	85
Nutzergruppen.....	86
Technische Umsetzung	87
Webserver	87
Entwicklungsumgebung Smartphone.....	89
Android Software Development Kit	89
Integrierte Entwicklungsumgebung	91
Nutzung und Restriktionen von Applikationen	92
Nutzung und Restriktionen von Google Maps.....	92
Nutzung und Restriktion von gvSIG Mini.....	94
Eigene Applikation.....	94
Konzeption	95
Design	98
Auswertung	106
Diskussion	107
Literaturverzeichnis.....	109

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010b).....	17
Abbildung 2: Gefahrenkarte (CRUE ERA-NET, 2008a)	22
Abbildung 3: Risikokarte Personen (CRUE ERA-NET, 2008a)	23
Abbildung 4: Das kartographische Kommunikationsnetz (Hake, et al., 2002)	30
Abbildung 5: Beispiele für graphische Gefüge (Hake, et al., 2002)	31
Abbildung 6: Möglichkeiten zur graphischen Variation eines Zeichens (Hake, et al., 2002).....	32
Abbildung 7: Graphische Mindestgrößen in (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie, 2002).....	34
Abbildung 8: Wirkung von Variablen (nach Bertin, 1974)	36
Abbildung 9: Mindestgrößen von graphischen Elementen (vgl. Hake, et al., 2002).....	37
Abbildung 10: Auszug aus einer Karte mit dem Layer Wassertiefe, Zusatzinformation im Fenster (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)	42
Abbildung 11: Beteiligte des Hochwasserrisikomanagements (LAWA, 2010b)	47
Abbildung 12: Inhalte einer Hochwassergefahrenkarte (MUNLV, 2003).....	51
Abbildung 13: Beispiel für den Anwendungsfall „öffentliche Bewusstseinsbildung“ (Martini & Loat, 2007)	54
Abbildung 14: Überschwemmungsfläche des Pesenbaches beim Augusthochwasser 2002, Ortschaft Bad Mühlacken, Maßstab 1:10.000 (Amt der OÖ Landesregierung, 2010).....	58
Abbildung 15: Überschwemmungsfläche des Pesenbaches beim Augusthochwasser 2002, Ortschaft Bad Mühlacken, Maßstab 1:2.500 (Amt der OÖ Landesregierung, 2010)	59
Abbildung 16: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung nach MUNLV (MUNLV, 2003).....	60
Abbildung 17: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung nach LAWA (LAWA, 2010b).....	61
Abbildung 18: Darstellungsform und Farben für Fließgeschwindigkeiten (LAWA, 2010b).....	61

Abbildung 19: Beispiel für eine Hochwassergefahrenkarte (Ausschnitt) unter Verwendung der empfohlenen Legende nach LAWA (LAWA, 2010b)	62
Abbildung 20: Beispiel für eine Hochwasserrisikokarte (Ausschnitt) unter Verwendung der empfohlenen Legende nach LAWA (LAWA, 2010b)	63
Abbildung 21: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung Projekt RISKCATCH (CRUE ERA-NET, 2008a)	64
Abbildung 22: Schematische Darstellung der Infrastruktur (eigene Abbildung)	66
Abbildung 23: WMS/WFS Schema (eigene Abbildung).....	67
Abbildung 24: Organisation der Geodateninfrastruktur Bayern (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2010b).....	68
Abbildung 25: Exemplarische Abbildung des Rauminformationssystems (RISBY) (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2010).....	69
Abbildung 26: Beispielhafte Abbildung des CEDIM Risk Explorer Germany, Hochwasserrisiko Deutschland (CEDIM, 2010b).....	70
Abbildung 27: Website des Raum-Informationssystems des Landes OÖ (Amt der OÖ Landesregierung, 2010).....	76
Abbildung 28: Darstellung der Funktionen der Applikation Google Maps (links), Einbindung von eigenem Kartenmaterial (Überschwemmungsfläche, rechts)	78
Abbildung 29: Darstellung der Funktionen der Applikation gvSIG Mini	79
Abbildung 30: Aufruf WMS Dienstes des Landes Oberösterreich und Darstellung der zur Verfügung stehenden Layer	80
Abbildung 31: Darstellung der zur Verfügung stehenden Layer des Straßeninformationssystem Bayerns und Anzeige des Layers.....	81
Abbildung 32: Einzugsgebiet der Rott (blau hinterlegt)	83
Abbildung 33: Verwendung von ArcGIS zur Aufbereitung der Daten	86
Abbildung 34: Joomla! mit integrierter Google Maps Karte und eigenem Kartenmaterial (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas) ..	89
Abbildung 35: Android ADK und AVD Manager.....	90
Abbildung 36: Emulator Android Virtual Device mit Android 2.2.....	91
Abbildung 37: Eclipse zur Entwicklung von Android Applikationen.....	92
Abbildung 38: Einbindung von eigenem Kartenmaterial über Google Account (links), Darstellungsprobleme bei komplexem Kartenmaterial (Wassertiefen,	

rechts) (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)	93
Abbildung 39: Ebenen der eigenen Applikation.....	96
Abbildung 40: Applikationspaket Naturgefahren	97
Abbildung 41: Applikation Hochwasser: Auswahl und Information zum Kartenmaterial	98
Abbildung 42: Hochwassergefahren: Kartenansicht mit Funktionsleiste (links); Menü (rechts) (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)	99
Abbildung 43: Hochwassergefahren: Kartenauswahl.....	101
Abbildung 44: Hochwassergefahren: Funktion „Adreßsuche“ (links); Suchergebnis mit Wassertiefenkarte (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)	102
Abbildung 45: Hochwassergefahren: Darstellung der Legende sowie zusätzliche Beschreibung zur gezeigten Primärkarte (links); Abfrage der Legendeninformation in der Kartenanzeige (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas).....	104
Abbildung 46: Hochwassergefahren: Auswahl des Hintergrunds (links); Wassertiefe auf verändertem Hintergrund (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas).....	105

Glossar

GNU General Public License (GNU/GPL)

Es handelt sich hier um eine spezielle Lizenz, unter der Software mit dem Status „frei“ veröffentlicht werden kann. Der Status „frei“ inkludiert dabei unterschiedliche Faktoren, wie z.B. dass die Software für jeden Zweck benutzt werden darf, auch in kommerzieller Hinsicht, oder dass auch der Quellcode des Programms der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden muss und frei angepasst werden kann (Free Software Foundation, 2010).

Geographisches Informationssystem (GIS)

Bill & Fritsch (1991) definieren ein geografisches Informationssystem als ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfasst und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und graphisch präsentiert werden.

Open Geospatial Consortium (OGC)

Beim Open Geospatial Consortium handelt es sich um eine Organisation bestehend aus Mitgliedern aus Industrie, Lehranstalten und öffentlichen Organisationen mit dem Zweck zur Festlegung von Standards im Bereich der Geographischen Informationssysteme. Unter anderem stammen die Richtlinien für den Web Map Service oder dem Web Feature Service von der OGC (Open Geospatial Consortium, 2010).

Augmented Reality (AR)

Unter dem Begriff Augmented Reality versteht man die computergestützte Erweiterung der Wahrnehmung der Wirklichkeit (erweiterte Realität). Das bedeutet, dass mit computergenerierten Zusatzinformationen Bilder der Realität überlagert werden (dies passiert z.B. durch die Überlagerung von einem Kamerabild mit Informationen von einem Datenserver) und somit ein Mehrwert an Information für den jeweiligen Nutzer geschaffen werden kann.

Displayauflösung

Displays von Smartphones weisen je nach Gerät unterschiedliche Auflösungen auf. Jede Größe besitzt dabei eine bestimmte Bezeichnung:

- QVGA: 240x320 Pixel
- HVGA: 320x480 Pixel
- WQVGA 400 / 432: 240x400 / 240x432 Pixel
- WVGA 800 / 854: 480x800 / 480x854 Pixel

Mobile Endgeräte

Unter mobilen Endgeräten versteht man die Summe aller technischen Geräte, die aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts ohne weitere physische Anstrengung mobil einsetzbar sind. Grundsätzlich zählen zu den Mobilgeräten Mobiltelefone und die sogenannten Smartphones, darüber hinaus jedoch auch PDA's, Notebooks, MP3-Player, E-Book Lesegeräte, Navigationssysteme sowie GPS-Geräte und andere tragbaren Ausgabegeräte für elektronische Medien.

Software Development Kit (SDK)

Bei einem Software Development Kit handelt es sich um eine Sammlung von Bibliotheken, Werkzeugen und Anwendungen, welche erforderlich sind, um eine eigene Software oder Applikation zu erstellen.

Web GIS

Web GIS ist ein Synonym für das Nutzen von Geoinformationssystemen basierend auf Netzwerktechnologie, insbesondere dem Internet. Damit ist es nicht nur möglich, Geoinformationen mobil abzurufen, sondern auch Informationen direkt zu schreiben, z.B. bei Feldbegehungen.

Einleitung

Problemstellung

Durch die Verbreitung von mobilen Endgeräten, insbesondere von Smartphones, halten standortbezogene Informationen auf mobilen Endgeräten vermehrt Einzug. Da lediglich die Kategorie der Smartphones die grundsätzlichen Eigenschaften der Mobilität, Konnektivität, ständigen Verfügbarkeit und Darstellungsmöglichkeit besitzen, werden in weiterer Folge ausschließlich diese Geräte behandelt und sämtliche Fragestellungen und Lösungsansätze für diese Geräte diskutiert. Der Trend hin zu den Smartphones basiert hauptsächlich auf der Erschließung von neuen Märkten und der ortsabhängigen Positionierung von Angeboten für die Nutzer. Die Grundvoraussetzung hierfür war die Schaffung einer entsprechenden flexiblen und leistungsfähigen Infrastruktur, um überhaupt erst die erforderlichen Informationen an entsprechend ausgestattete Endgeräte transportieren zu können.

Die Motivation der Arbeit besteht darin, vorhandene Technologien auf deren Kompatibilität und Nutzen hin zu überprüfen um sie in einem neuen Kontext anzuwenden. Diesen Kontext stellt im konkreten Fall die Risikoforschung oder vielmehr deren Ergebnisse dar, bei welchen es sich, simpel gesagt, um Kartenmaterial handelt, das unterschiedliche Informationen zum Thema Hochwasserrisiko beinhaltet. Im Hintergrund steht die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, die unter anderem dezidiert dazu auffordert, Ergebnisse und Erkenntnisse an die Bevölkerung – von Betroffenen hin zu Interessierten und Entscheidungsträgern - zu verteilen. Die Informationsverteilung selbst kann auf unterschiedlichen Wegen passieren. Von der Printkarte bis hin zu modernen webbasierten Informationssystemen stehen sämtliche Möglichkeiten offen. Eine Möglichkeit des Abrufens solcher bereitgestellten Informationen stellen Smartphones dar, welche die Möglichkeiten bieten, auch mobil erforderliche

Informationen abzurufen und darzustellen. Um dieses Kartenmaterial auf Smartphones nutzergruppenorientiert darstellen zu können, ist es notwendig das üppig vorhandene Material entsprechend zu selektieren, aufzubereiten sowie vorzuhalten. Des Weiteren ist eine entsprechende Umgebung für die Präsentation erforderlich, ebenso wie die finale Darstellung auf einem Smartphone sowie die Handhabbarkeit auf Alltagstauglichkeit zu überprüfen ist.

Zur Erfüllung der Forderungen der Richtlinie nach Verbreitung von Informationen bezogen auf das Hochwasserrisiko stellt statisches Kartenmaterial in Form von Printkarten keine sinnvolle Alternative dar. In manchen Fällen mag dies sicherlich noch repräsentativ sein, in den meisten Fällen wiegen andere Faktoren eine Verwendung von Printkarten wie z.B. Kosten, Aktualität, etc. auf. Das Internet als Medium ist die klare Nummer Eins wenn es darum geht, Informationen zu verbreiten. Entsprechende Hostsysteme können Informationen aktuell vorhalten und Modifikationen sind leicht und ohne großen Kostenaufwand umzusetzen. Zusätzlich sind die Informationen – Internetzugang vorausgesetzt – grundsätzlich für jedermann ortsunabhängig zugänglich.

In Bezug auf die Darstellung von Hochwasserinformationen auf Smartphones und gerade im Unterschied zu internetbasierten Kartendiensten und Printkarten entstehen aber folgende davon abweichende Probleme:

- Beschränkte Displaygröße
- Alternative Konzepte der Nutzerführung, Navigation in der Karte und Inhalten

Gleichzeitig stellt die Verfügbarkeit von Positionsdaten des Nutzers eine Vielzahl an zusätzlichen Chancen und weiterführenden Möglichkeiten dar. Genau an diesem Punkt setzt die Arbeit an und will Ansätze liefern, wie Hochwassergefahreninformation auf Smartphones sinnvoll und effizient präsentiert werden können.

Fokus und Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit soll die nachfolgend formulierte Hypothese überprüft und diskutiert werden:

Die Arbeit basiert auf der Hypothese, dass für die Bereitstellung von Hochwassergefahreninformationen auf digitalen Endgeräten besondere Randbedingungen zu berücksichtigen sind. Diese stellen sich dar als

- Kontext von Nutzung, Zielgruppe und Verwendungszweck der präsentierten Information,
- Technische Möglichkeiten von mobilen Endgeräten und
- Einschränkungen der Nutzung im Gegensatz zu klassischen Medien (Print, Internet) durch Bedienstrukturen des Gerätes, Größe des Display sowie weitere technische Restriktionen.

Damit sollen grundsätzlich drei wesentliche Fragen behandelt und beantwortet werden:

- Welche Informationen, Darstellungsformen und Maßstäbe sind erforderlich um eine ansprechende Form für unterschiedliche Nutzergruppen zu erhalten?
- Wie sind die einzelnen Nutzergruppen grundsätzlich zu definieren, wie stellen sich die Unterschiede dar und welchen Einfluss haben diese schlussendlich auf die Aufbereitung und Darstellung der Informationen?
- Wie kann sich eine technisch effiziente und mit einfachen, verfügbaren Mitteln die konkrete Umsetzung eines Systems für die Darstellung von Kartenmaterial auf Smartphones darstellen?

Ziel der Arbeit ist es

- den Kontexts der Nutzung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisiko-karten auf Smartphones zu erläutern,
- Inhalte, Darstellung sowie Nutzerführung zu analysieren und
- ein Konzept für die Nutzung einer spezifischen Plattform unter Verwendung von verfügbarer Technologie auf Seite von Client sowie Server zu realisieren.

Ziel ist es nicht:

- eine quantitative Analyse des Nutzungsverhaltens oder

- Untersuchungen zur Usability und Gestaltung von Hochwasserinformationssystemen auf Smartphones durchzuführen.

Um diese Fragen zu beantworten, ist die Arbeit in zwei Kategorien unterteilt. Der theoretische Teil beschäftigt sich zum einen mit den Hintergründen der Risikoforschung, den gesetzlichen und rechtlichen Forderungen und deren direkte Auswirkungen auf die Kartendarstellung. Es wird die adäquate Aufbereitung und Umsetzung von Kartenmaterial für die Darstellung auf Smartphones beleuchtet. Dazu wird auf die unterschiedlichen Nutzergruppen und deren spezifische Merkmale eingegangen, die Ergebnisse von Forschungsprojekten aus dem Bereich der Risikoforschung und Graphischen Semiologie aufgegriffen und deren Erkenntnisse für die Umsetzung von Kartenmaterial herangezogen, um Rückschlüsse für die Umsetzung auf mobilen Endgeräten aufzeigen zu können. Des Weiteren wird zusätzlich auf die technische Komponente eingegangen, wobei der Schwerpunkt der Arbeit bei den mobilen Endgeräten im Sinne von Smartphones liegt, während Desktop-Systeme oder Notebooks, welche grundsätzlich ebenso zu den mobilen Endgeräten zu zählen sind, außen vor gelassen werden. Es werden hier vorhandene Technologien präsentiert und deren mögliche Nutzung für das eigentliche Ziel dieser Master Thesis diskutiert.

Im zweiten Teil wird der theoretische Ansatz anhand einer Fallstudie praktisch umgesetzt und die dabei erhaltenen Ergebnisse im Kapitel Diskussion kritisch hinterfragt. Im Rahmen der Fallstudie kann nicht auf sämtliche Nutzergruppen und die diversen Einzelfälle Rücksicht genommen werden, da dies den Rahmen der Arbeit bei weitem sprengen würde. Vielmehr wird anhand eines konkreten Falles das gesamte Konzept prototypisch umgesetzt.

Grundlagen

Um die drei wesentlichen Fragen der Master Thesis beantworten zu können, ist es notwendig, bestimmte Grundlagen anzuführen und zu erläutern. Das zentrale Element in Bezug auf die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten stellt die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken dar, welche auch zum gemeinsamen, zentralen Element der gesamten Hochwasserrisikoforschung geworden ist. Es wird die rechtliche Umsetzung der Richtlinie, insbesondere in Deutschland, beleuchtet, sowie die Forschungstätigkeiten auf deutscher als auch auf europäischer Ebene präsentiert. Darüber hinaus werden die fachlichen Grundlagen von Kartographie und Graphischer Semiologie erläutert.

Hochwasserrisikorientlinie

Die Hochwasserrisikorientlinie stellt die fachliche wie rechtliche Grundlage für die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten im europäischen Kontext dar.

Allgemeines zur Richtlinie

Die Anforderung zur Erstellung von Hochwasserkarten basiert nicht nur auf dem faktischen Bedarf, Informationen über Hochwasser und deren Wirkung bereitzustellen (die genaue Bezeichnung entsprechend dem am 06.11.2007 von der Europäischen Union im Amtsblatt veröffentlichten Dokument lautet „Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“, weitläufig allerdings als Hochwasserrisikorientlinie bezeichnet), sondern dient insbesondere dem Ziel, menschliche und wirtschaftliche Schäden, verursacht durch Hochwasserereignisse, zu vermeiden. Aufgrund von wirtschaftlichem und gesellschaftlichem Druck obliegen die Einzugsgebiete von Flüssen, aber insbesondere deren natürliche Überschwemmungsflächen, immer größeren Zwängen.

In der Bezeichnung der Richtlinie wird deutlich, dass kein absoluter Schutz vor Hochwasser angestrebt werden kann. Vielmehr soll durch die Richtlinie ein planvoller und abgewogener Umgang mit dem Hochwasserrisiko angestrebt werden (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010a).

Die Erfahrungen in der Vergangenheit haben gezeigt, dass das Begradigen und der technische Ausbau von Flussläufen keine absolute Sicherheit vor Hochwasserereignissen bietet. Insbesondere beim Überschreiten der Bemessungshochwasser für Hochwasserschutzanlagen kommt es zu massiven Problemen mit den Auswirkungen von Hochwasserereignissen. Es kommt dadurch zu einem Vorgaukeln einer Scheinsicherheit, welche das Gefährdungspotential vervielfacht, da die gewonnen geglaubten Flächen einer Nutzungsänderung unterzogen werden, um eine Nutzung höherer Wertigkeit zu ermöglichen. Hierzu zählt nicht nur das Verwandeln von einer ehemaligen Überschwemmungsfläche in Bauland, sondern auch die Überführung in eine landwirtschaftliche oder andere Form der gesellschaftlichen Nutzung (Lebensministerium, 2006).

Durch das Aufwerten von wirtschaftlich geringwertiger in wertvolle Fläche wird gleichzeitig das Risiko geschaffen, dass die Fläche und das darauf angebaute Getreide oder das errichtete Objekt bei einem zukünftigen Hochwasserereignis entsprechenden Schaden nimmt. Es geht somit nicht nur eine potenzielle Absorptionsfläche für den Hochwassereintrittsfall verloren, sondern es wird zusätzlich das Potential für größere Schäden geschaffen.

Die Hochwasserrisikorichtlinie fasst dies in den ersten drei Punkten der Richtlinie wie folgt zusammen (Europäische Union, 2007a):

- (1) *„Hochwasser haben das Potenzial zu Todesfällen, zur Umsiedlung von Personen und zu Umweltschäden zu führen, die wirtschaftliche Entwicklung ernsthaft zu gefährden und wirtschaftliche Tätigkeiten in der Gemeinschaft behindern“.*
- (2) *„Hochwasser ist ein natürliches Phänomen, das sich nicht verhindern lässt. Allerdings tragen bestimmte menschliche Tätigkeiten (wie die Zunahme von Siedlungsflächen und Vermögenswerten in Überschwemmungsgebieten sowie die Verringerung der natürlichen Wasserrückhaltefähigkeit des Bodens durch Flächennutzung) und Klimaänderungen dazu bei, die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Hochwasserereignissen zu erhöhen und deren nachteilige Auswirkungen zu verstärken“.*
- (3) *„Eine Verringerung des Risikos hochwasserbedingter nachteiliger Folgen insbesondere auf die menschliche Gesundheit und das menschliche Leben, die Umwelt, das Kulturerbe, wirtschaftliche Tätigkeiten und die Infrastrukturen ist möglich und wünschenswert. Jedoch sollten Maßnahmen, die dazu dienen, diese Risiken zu vermindern, möglichst innerhalb eines Einzugsgebiets koordiniert werden, wenn sie ihre Wirkung entfalten sollen“.*

Die Hochwasserrisikorichtlinie versucht nun den einzelnen Ländern einen Leitfaden für die Umsetzung einer langfristigen Strategie zu geben, um der Tendenz zu immer größer werdenden Schäden vorzubeugen (Europäische Union, 2007a):

- Bis zum 22.12.2011 müssen die Mitgliedstaaten eine vorausschauende Bewertung des Hochwasserrisikos für die einzelnen Einzugsgebiete und den dazugehörigen Küstengebieten vornehmen.
- Aufgrund der oben dargestellten Bewertung müssen die Mitgliedsstaaten Hochwassergefahrenkarten sowie Hochwasserrisikokarten mit unterschiedlichen

Inhalten (z.B. unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten von Hochwässern, Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten, etc.) bis spätestens 22.12.2013 erstellen.

- Aufgrund der erstellten Karten müssen bis spätestens 22.12.2015 koordinierte Hochwasserrisikomanagementpläne erstellt werden, welche alle Aspekte des Risikomanagements erfassen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf Vermeidung (z.B. kein Bau von Häusern und Anlagen in Überschwemmungsgebieten), Schutz (z.B. Ausbau von Hochwasserschutzanlagen) und Vorsorge (z.B. Hinweise an die Bevölkerung zum Verhalten im Hochwasserfall).

Einen weiteren wichtigen Aspekt und damit auch einen wesentlichen Baustein dieser Arbeit liefert das Kapitel V der Richtlinie: „Information und Konsultation der Öffentlichkeit“, Artikel 10 (Europäische Union, 2007a):

(1) „Im Einklang mit den geltenden gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften ermöglichen die Mitgliedstaaten der Öffentlichkeit Zugang zu der ersten Bewertung des Hochwasserrisikos, zu den Hochwassergefahrenkarten, den Hochwasserrisikokarten und den Hochwasserrisikomanagementplänen“.

(2) „Die Mitgliedstaaten fördern eine aktive Einbeziehung der interessierten Stellen bei der Erstellung, Überprüfung und Aktualisierung der (...) Hochwasserrisikomanagementpläne“.

Die Richtlinie verdeutlicht das Anliegen der Europäischen Union, dass das gesammelte und aufbereitete Material zum Thema Hochwasserrisiko jedem einzelnen Bürger zugänglich gemacht wird, um eine einfache und uneingeschränkte Information zu ermöglichen. Die Europäische Union hat bereits zu einem frühen Zeitpunkt unterschiedliche Initiativen wie z.B. die ERA-NET CRUE-Coordination Action unterstützt, um die einzelnen Mitgliedsstaaten bei ihren nationalen, regionalen und europäischen Forschungsprogrammen zu koordinieren (Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2010). Im Umkehrschluss ergab sich dadurch die Möglichkeit, den Kenntnisstand sowie die diversen Fortschritte zu beobachten, um diese schlussendlich in einer koordinierenden Richtlinie zusammenzufassen. Im Wesentlichen greift diese Arbeit aber die Vorgaben und Anforderungen der EU-Richtlinien selbst auf und orientiert sich an dem daraus resultierenden Forschungs-, Untersuchungs- und Handlungsbedarf.

Die Richtlinie legt darüber hinaus fest, welche Inhalte in den einzelnen Kartenwerken mindestens dargestellt werden müssen (Europäische Union, 2007a):

- *„Die Hochwassergefahrenkarten erfassen die geographischen Gebiete, die nach folgenden Szenarien überflutet werden könnten:*
 - a) *Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder Szenarien für Extremereignisse;*
 - b) *Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (voraussichtliches Wiederkehrintervall ≥ 100 Jahre);*
 - c) *gegebenenfalls Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit“.*
- *„Für jedes (...) Szenario ist Folgendes anzugeben:*
 - a) *Ausmaß der Überflutung;*
 - b) *Wassertiefe bzw. gegebenenfalls Wasserstand;*
 - c) *gegebenenfalls Fließgeschwindigkeit oder relevanter Wasserabfluss“.*
- *„Die Hochwasserrisikokarten verzeichnen potenzielle hochwasserbedingte nachteilige Auswirkungen (...), die anzugeben sind als:*
 - a) *Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert);*
 - b) *Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet;*
 - c) *Anlagen (...), die im Falle der Überflutung unbeabsichtigte Umweltverschmutzungen verursachen könnten, und potenziell betroffene Schutzgebiete (...);*
 - d) *weitere Informationen, die der Mitgliedsstaat als nützlich betrachtet, etwa wie die Angabe von Gebieten, in denen Hochwasser mit einem hohen Gehalt an mitgeführten Sedimenten sowie Schutt mitführende Hochwasser auftreten können, und Informationen über andere bedeutende Verschmutzungsquellen“.*

Mit dieser Auflistung gibt die Hochwasserrisikorichtlinie sehr genau vor, welche Inhalte die einzelnen Karten haben müssen. Die Umsetzung in nationales Recht bzw. die Forschungsaktivitäten auf diesem Gebiet orientieren sich sehr genau an diesen Vorgaben (was auch die späteren Darstellungen in dieser Master Thesis zeigen werden), wodurch auch eine sehr gute Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Ländern und Bundesländern erreicht werden kann.

Rechtliche Umsetzung

Im Rahmen der rechtlichen Umsetzung wird der Schwerpunkt auf die Umsetzung in Bayern bzw. Deutschland gelegt, da eine Betrachtung von Österreich, der Schweiz und

den jeweiligen Bundesländern bzw. Kantonen oder sogar Europa zu weit führen würde. Die Fallstudie bezieht sich auf ein Flusseinzugsgebiet in Niederbayern, was die Betrachtung der rechtlichen Situation in Bayern rechtfertigt.

In Bayern gibt es bereits seit einigen Jahren den sogenannten Informationsdienst überschwemmungsgefährdeter Gebiete. Wie die nachfolgende Abbildung 1 zeigt, ist hier der überschwemmungsgefährdete Bereich bis zu einem sehr großen Maßstab abrufbar. Es kann für einzelne Grundstücke festgestellt werden, ob sich diese im gefährdeten Bereich befinden oder außerhalb von diesem liegen. Des Weiteren ist genau festgehalten, dass das Überschwemmungsgebiet ein definiertes Risiko repräsentiert und in der Regel auf einem 100-jährlichen Hochwasserereignis basiert. Jedoch können auch höher und geringer wahrscheinliche Ereignisse für die Darstellung herangezogen werden.

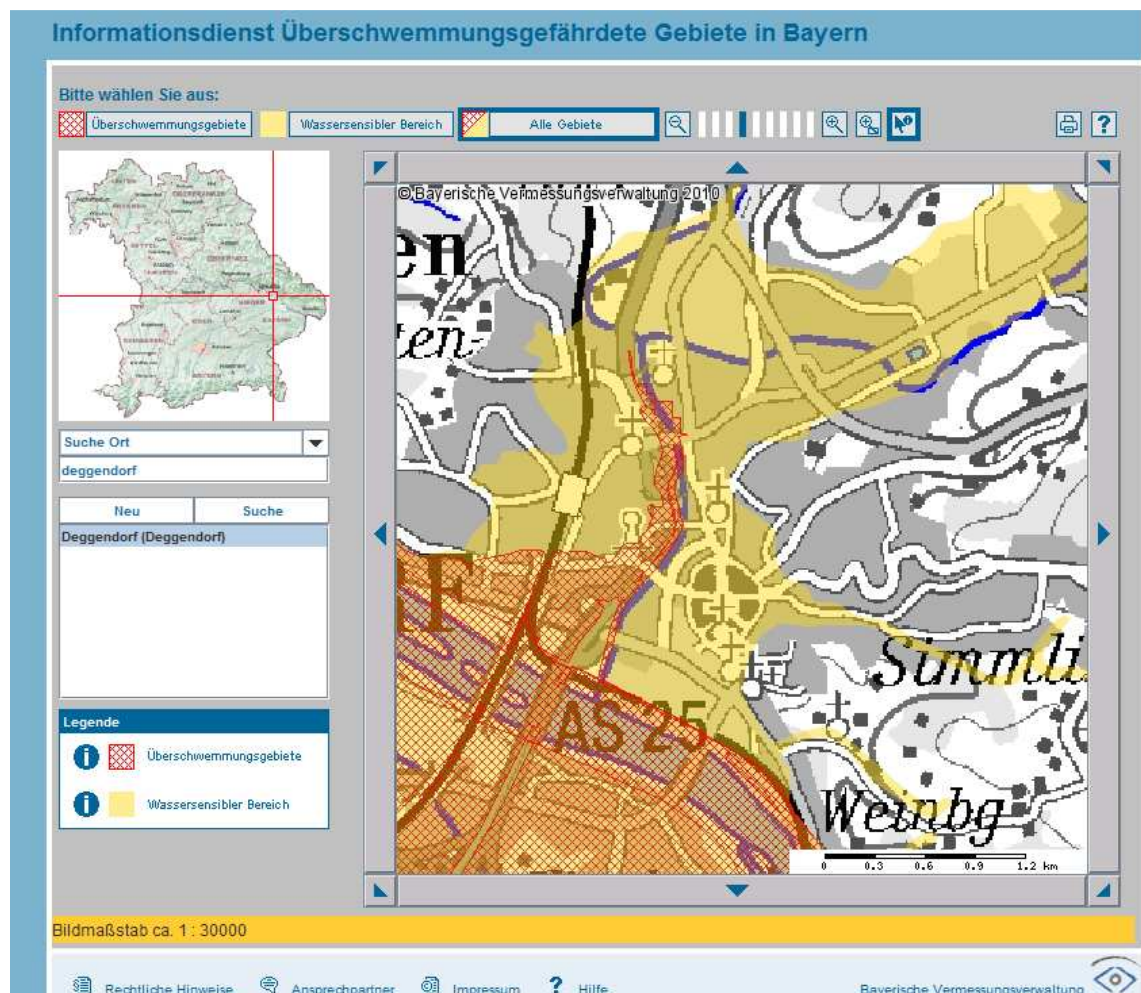


Abbildung 1: Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010b)

Es handelt sich bei diesen Überschwemmungsgebieten bereits um amtlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete, welche kraft Verordnung auch rechtsverbindlich sind (§76 des deutschen Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts). In einem amtlichen Festsetzungsverfahren erfolgen die Ermittlung von Risikogebieten, die vorläufige Sicherung sowie die Festsetzung des Überschwemmungsgebietes. Dabei ist eine bestimmte Amtsfolge einzuhalten, welche nach Durchführung eines Anhörungsverfahrens nach Artikel 73, Absatz 2-8 des Bayerischen Verwaltungsverfahrensgesetzes (BayVwVfG) in der Festsetzung resultiert (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2011). Das bedeutet, dass Verbote und Nutzungsbeschränkungen beachtet werden müssen.

Darüber hinaus wird zwar darauf hingewiesen, dass keine Rechtsansprüche aus dem Kartendienst und den dargestellten Informationen abgeleitet werden können, sondern dazu die jeweilig zuständige Institution bemüht werden muss, jedoch kann für einzelne Grundstücke aufgrund des Kartendienstes der Sachverhalt sehr gut nachvollzogen werden (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010c).

Die Hochwasserrisikorientlinie wurde in Deutschland durch die Novellierung des deutschen Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushaltes im Jahr 2009 erreicht. Laut §78, Absatz 1, des deutschen Gesetzes zur Ordnung des Wasserhaushalts (auch bekannt als Wasserhaushaltsgesetz, WHG) ist weder die Ausweisung von neuen Bebauungsgebieten in einem überschwemmungsgefährdeten Gebiet noch die Errichtung oder Erweiterung bestehender baulicher Anlagen erlaubt. Selbst eine Umwandlung von Grünland in Ackerland ist untersagt. Ausnahmen sind nur in streng begrenzten Fällen möglich (§78 Abs.2 WHG). Die Ausweisung der Überschwemmungsgebiete ist im §76, Absatz 2 des WHG, geregelt, wobei die Ausweisung nur für Risikogebiete erfolgen muss, welche entsprechend dem §73, Absatz 1, des WHG definiert worden sind. Es ist dabei den zuständigen Behörden überlassen, das Hochwasserrisiko zu bewerten und danach die Gebiete mit signifikantem Hochwasserrisiko (Risikogebiete) zu bestimmen. Jedoch muss die Risikobewertung den Anforderungen von Artikel 4, Absatz 2 der Hochwasserrisikorientlinie entsprechen.

In der Hochwasserrichtlinie ist bezüglich der Risikobewertung definiert, dass diese aus verfügbaren oder leicht abzuleitenden Informationen zu generieren ist, um eine Einschätzung von potenziellen Risiken vornehmen zu können. Die Risikobewertung umfasst dabei nachfolgende Punkte im Artikel 4, Absatz 2 (Europäische Union, 2007a):

- a) *„in geeignetem Maßstab angelegte Karten der Flussgebietseinheit, aus denen die Grenzen der Einzugsgebiete, Teileinzugsgebiete und, sofern vorhanden, der Küstengebiete sowie die Topografie und die Flächennutzung hervorgehen;*
- b) *eine Beschreibung vergangener Hochwasser, die signifikante nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten hatten und bei denen die Wahrscheinlichkeit der Wiederkehr in ähnlicher Form weiterhin gegeben ist, einschließlich ihrer Ausdehnung und der Abflusswege sowie einer Bewertung ihrer nachteiligen Auswirkungen;*
- c) *eine Beschreibung der signifikanten Hochwasser der Vergangenheit, sofern signifikante nachteilige Folgen zukünftiger ähnlicher Ereignisse erwartet werden könnten;*
- d) *eine Bewertung der potenziellen nachteiligen Folgen künftiger Hochwasser auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten unter möglichst umfassender Berücksichtigung von Faktoren wie der Topografie, der Lage von Wasserläufen und ihrer allgemeinen hydrologischen und geomorphologischen Merkmale, einschließlich der Überschwemmungsgebiete als natürliche Retentionsflächen, der Wirksamkeit der bestehenden vom Menschen geschaffenen Hochwasserabwehrinfrastrukturen, der Lage bewohnter Gebiete, der Gebiete wirtschaftlicher Tätigkeit und langfristiger Entwicklungen, einschließlich der Auswirkungen des Klimawandels auf das Auftreten von Hochwasser“.*

Das bedeutet, dass zum Zeitpunkt der Ausweisung eines Überschwemmungsgebietes eine Fülle an Daten und Informationen in aufbereiteter Form bereitstehen müssen, da diese bereits zum Zeitpunkt der Risikobewertung erforderlich sind.

Des Weiteren ist laut §76, Absatz 4 des WHG, die Öffentlichkeit über eine entsprechende Festsetzung des Überschwemmungsgebietes zu informieren, insbesondere deswegen, weil für Eigentümer negative Konsequenzen aus einer solchen Festsetzung resultieren. Im Allgemeinen ist allerdings im §79, Absatz 2 des WHG den einzelnen Bundesländern vorgegeben, dass die Öffentlichkeit wie auch zuständige staatliche Stellen über Hochwassergefahren, geeignete Vorsorgemaßnahmen und Verhaltensregeln nach landesrechtlichen Vorschriften informiert werden.

Auch die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) bestätigt in ihren 2010 veröffentlichten Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten die Veröffentlichung des gewonnenen Kartematerials nach Absatz 10 der Hochwasserrisikoricthlinie. Es wird des Weiteren festgestellt, dass dies sogar erforderlich ist, um ein entsprechendes Hochwasserbewusstsein zu erzeugen und eine wirkungsvolle Hochwasservorsorge zu erreichen.

Es kann zusammenfassend festgehalten werden, dass aus rechtlicher Sicht Eigentümer von Flächen in Überschwemmungsgebieten zwingend informiert werden müssen, weil eine derartige Ausweisung mit starken Einschränkungen für den Eigentümer und die Nutzung verbunden ist. In welcher Art und Weise, aber insbesondere mit welcher Quantität und Qualität an Informationen gearbeitet wird, wird in den Gesetzestexten nicht weiter definiert. Darüber hinaus erfolgt eine Information an Personen außerhalb der Risikogebiete nur nach den landesrechtlichen Vorschriften. Eine weitergehende, verpflichtende Information an Eigentümer in hochwassergefährdeten Gebieten ist rechtlich nicht vorgesehen und nur eine Empfehlung der Hochwasserrisikoricthlinie.

Forschung zum Thema Hochwasserrisikoricthlinie

Bereits vor der Veröffentlichung der Hochwasserrisikoricthlinie beschäftigten sich zahlreiche europäische wie auch internationale Forschungsinstitute mit der Hochwasserrisikoforschung. In Projekten wurden spezifische Fragestellungen anhand von Pilotregionen erörtert und versucht, Lösungen zu erarbeiten, welche auch auf andere Regionen übertragbar sind, was allerdings nur bedingt umsetzbar ist, da jede Region ihre eigene Charakteristik besitzt und somit individuell zu behandeln ist. Mit den Vorabzügen bzw. der Veröffentlichung der Hochwasserrisikoricthlinie wurden die Anstrengungen in der Forschung, aber auch bei den Behörden, insbesondere in Hinblick auf die Forderungen der Ricthlinie, intensiviert. Der nachfolgende Überblick über Forschungsprojekte soll nur einen Ausschnitt der tatsächlichen Forschungsanstrengungen innerhalb des europäischen Raumes geben.

Ein großer Teil der Forschung zum Thema Hochwasserrisikomanagement wird in Deutschland über verschiedene Projektträger abgewickelt. Hier sind die beiden großen Forschungsvorhaben RIMAX (Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse) und ERA-NET CRUE zu nennen, in welchen die meisten der bedeutenden Forschungseinrichtungen partizipieren. Beim Projekt RIMAX handelt es sich um die

Entwicklung integrativer Konzepte für das Hochwasserrisikomanagement, den technischen Hochwasserschutz, Risikokommunikation und Bildungsaspekte, während ERA-NET CRUE die nationale Forschung stärker in den Europäischen Kontext stellen soll. Gerade die Punkte Bildung, Vernetzung, Risikokommunikation und Hochwasserbewusstsein bildeten unter dem Synonym Informieren und Kommunizieren einen Schwerpunkt des RIMAX-Projekts (RIMAX, 2010; CRUE ERA-NET, 2010).

Das Bewusstsein der Bevölkerung zum Hochwasserrisiko wurde im Rahmen des Projekts durch eine Wanderausstellung im Projektgebiet gestärkt und durch Fragebögen ausgewertet. Darüber hinaus wurden auch die obligatorischen Informationsveranstaltungen an Schulen durchgeführt, um über die Risiken und Auswirkungen von Hochwasserereignissen zu informieren. Des Weiteren wurde die Öffentlichkeitsarbeit sowie der Umgang mit dem Hochwasserrisiko in der Öffentlichkeitsarbeit zwischen den beiden Städten Bremen und Hamburg verglichen und bewertet (Bittner, 2009).

FLOODsite stellt das größte Forschungsprojekt im 6.Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union dar und beschäftigte sich insbesondere mit den hydrologischen und ökologischen als auch den ökonomischen und soziologischen Dimensionen von Hochwasserrisiken. Neben den Forschungsschwerpunkten zu den Themen Risikoanalyse und Risikomanagement stand unter anderem auch das Thema der sozialen Vulnerabilität im Fokus der Arbeit. Gerade die Aufarbeitung der Verwundbarkeit bzw. Anfälligkeit der Bevölkerung unter der Betrachtung der Hochwasserereignisse im Jahr 2002 und dem Verhalten der Bevölkerung vor, während sowie nach dem Hochwasser, resultieren in einer umfangreichen Analyse mit diversen Projektreports zu Verwundbarkeit, Belastbarkeit, sozialen Indikatoren und Empfehlungen zum Hochwasserrisikomanagement (Floodsite, 2009).

In Österreich ist insbesondere das Projekt FloodRisk bzw. sein Nachfolger FloodRisk II zu nennen. Das Projekt FloodRisk baut auf der Ereignisdokumentation des August-Hochwassers 2002 auf und stellt Grundlagen für zukünftige strategische Entscheidungen im Sinne eines integrierten Hochwassermanagements zur Verfügung. FloodRisk II war die Weiterentwicklung um zukunftsweisende Umsetzungsstrategien zum integrierten Hochwassermanagement zu vertiefen und zu vernetzen (Umweltbundesamt, 2010a; Umweltbundesamt, 2010b).

Im Rahmen des Projektes RISKATCH (Teil der ERA-NET CRUE Projektinitiative) wurde deshalb unter anderem untersucht, welche Informationen, die aus Expertensystemen wie hydrodynamischen, hydrologischen Modellen oder Kartierungen von Naturgefahren gewonnen werden, für welche Zielgruppen relevant sind und in welcher Form diese aufbereitet werden müssen. Zielsetzung war es, aus der Vielzahl von verfügbaren Modellergebnissen, wie Häufigkeitsverteilung der Abflüsse, Ausdehnung, Wasserspiegellagen, Fließgeschwindigkeiten, Betroffenheit von Objekten sowie Schadensdaten und weiteren statistischen Daten, wie z.B. Einwohnerdaten, die relevanten Informationen zu selektieren und für die jeweiligen Zielgruppen unter Anwendung von Geographischen Informationssystemen aufzubereiten. Hierzu wurden Daten für verschiedene alpine und voralpine Testgebiete mit entsprechenden Modellen erzeugt und als Gefahren- und Risikokarten zusammengestellt (CRUE ERA-NET, 2008a). Die nachfolgenden Abbildungen zeigen einen Auszug aus dem Portfolio der erstellten Karten, welche im Rahmen des Projekts erstellt und in weiterer Folge mit Hilfe der Experimentellen Graphischen Semiologie evaluiert wurden.

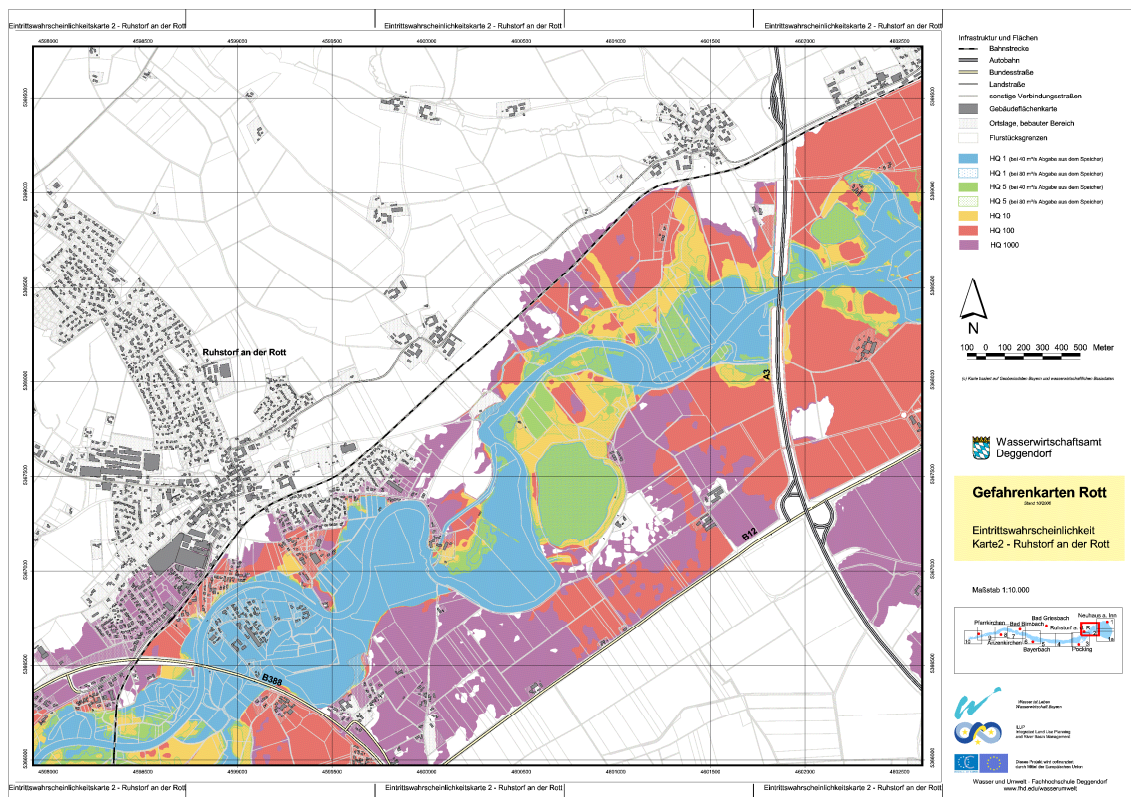


Abbildung 2: Gefahrenkarte (CRUE ERA-NET, 2008a)

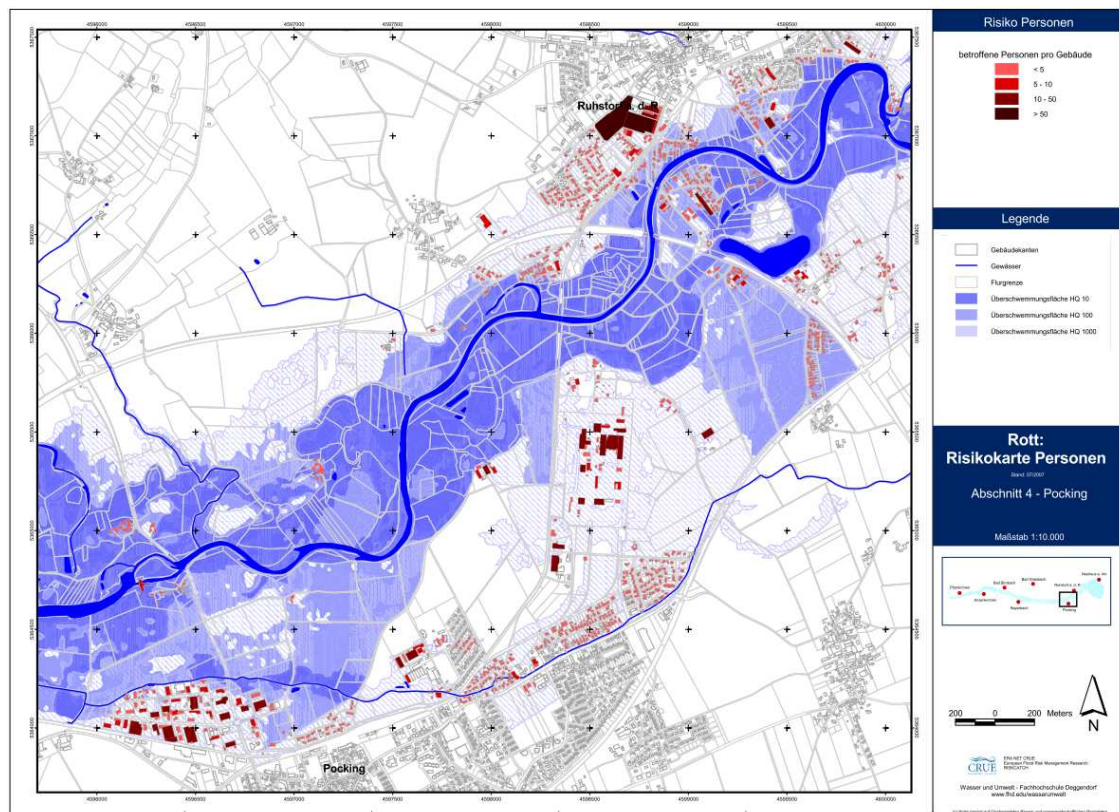


Abbildung 3: Risikokarte Personen (CRUE ERA-NET, 2008a)

Im Projekt FLOOD-ERA (Systematisation, evaluation and context conditions of structural and non-structural measures for flood risk reduction), ein weiteres Projekt innerhalb der CRUE ERA-NET Initiative, wurden Maßnahmen zur Risikoverminderung evaluiert und strukturiert. Unter der Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Quantifizierung von technischen sowie nicht-technischen Maßnahmen wurden im Bereich der Information der Öffentlichkeit Maßnahmen in zwei Kategorien eingeteilt (Kommunikation/Verteilung sowie Instruktionen/Warnungen) sowie dazugehörige Maßnahmen beschrieben (Informationsbroschüren, Gefahren- und Risikokarten, Vorhersage- und Warnsysteme). Darüber hinaus wurde ein quantitativer Vergleich der Effizienz von technischen und nicht-technischen Maßnahmen durchgeführt (CRUE ERA-NET, 2008b).

Beim Projekt SOFRM (Simulation of Flood Risk and non-structural Risk Management) handelt es sich um ein weiteres Projekt, welches sich mit der Thematik der nicht-technischen Maßnahmen auseinandersetzt. Jedoch liegt hier der Fokus nicht auf der Information und Warnung der Öffentlichkeit, sondern der Beeinflussung des Hochwasserrisikos durch Raumplanung, Versicherungspolitik sowie andere politische Instrumente (CRUE ERA-NET, 2008c).

Das Nachfolgeprojekt von RISKATCH (RISK MAP, Laufzeit 2009-2011) hat das Ziel, existierende Hochwasserrisikokarten durch Partizipationsprozesse zu verbessern und damit auch zu einer Steigerung des Risikobewusstseins beizutragen. RISK MAP zielt insbesondere darauf ab, durch die Verbesserung des Kartenmaterials die Benutzerfreundlichkeit sowie die Verständlichkeit zu erhöhen. Im Rahmen des Projekts wird dabei lediglich auf Printkarten eingegangen (RISK MAP, 2011).

Auf europäischer wie internationaler Ebene gab es darüber hinaus zahlreiche weitere Forschungsprojekte zum Thema Hochwasser, Hochwassergefahren und Hochwasserrisiken. In den Jahren 2006 und 2007 sammelte eine Gruppe auf europäischer Ebene (European Exchange Circle on Flood Mapping – EXCIMAP) Kartenbeispiele aktueller Hochwasserkarten aus europäischen wie auch anderen internationalen Ländern. Daraus wurde ein Handbuch (Atlas of Flood Maps) erstellt, welches die Hochwasserkarten aus 19 europäischen Ländern sowie den USA und Japan analysiert und bewertend gegenüberstellt.

Jedes dieser genannten Projekte beschäftigt sich intensiv mit der Problematik des Hochwasserrisikomanagements und der Vermeidung von Hochwasserschäden, jedoch liegt der Schwerpunkt der Projekte auf der Umsetzung der Karten und nicht bei der von der Hochwasserrisikorichtlinie geforderten Fragestellung der breiten Bürgerbeteiligung und der Umsetzung dieser Forderung. Zwar ist die Information und Bewusstseinsbildung der Öffentlichkeit in fast jedem Projekt als eigenes Teilprojekt vorhanden bzw. als eigener Baustein vorhanden, jedoch beschäftigte man sich noch nicht mit alternativen Verbreitungsmöglichkeiten des zukünftig verfügbaren Kartenmaterials.

Richtlinie und Hochwasserkarten

Die verheerenden Schäden, verursacht durch die Hochwasserereignisse der letzten 10 Jahre, führten zu einem Umdenken in der Hochwasserschutzpolitik (Sachschäden durch das Pfingsthochwasser 1999 in Bayern: 350 Mio. Euro, Augusthochwasser 2002 in Deutschland: 2,2 Mrd. Euro (Kraus, 2004), Augusthochwasser 2002 in Österreich: 2,31 Mrd. Euro (Habersack & Zentrum für Naturgefahren und Risikomanagement Wien, 2003), Hochwasser Juli/August 2005 in Österreich: 592 Mio. Euro (Lebensministerium, 2006).

Da selbst Bereiche mit technischem Hochwasserschutz von Überschwemmungen betroffen waren und die Anwohner durch den vorhandenen Hochwasserschutz nicht auf ein derartiges Szenario vorbereitet waren, begann ein Umdenken in Bezug auf Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge. In den meisten Ländern, insbesondere in Deutschland und Österreich, wurde in den letzten Jahren nicht nur der Ausbau von technischen Hochwasserschutzmaßnahmen forciert, sondern auch die Verbesserung des Rückhalts in der Fläche allgemein und die Verbesserung der präventiven Hochwasservorsorge. Dies basiert insbesondere darauf, dass der Staat den Hochwasserschutz durch technische Maßnahmen alleine nicht mehr finanzieren kann. Vielmehr wird in bestimmten Bereichen durch unterschiedlichste Maßnahmen die Verantwortung in Richtung Bevölkerung verschoben. Dieses Vorgehen wird in Bayern durch das Aktionsprogramm 2020 bestätigt: Moderner Hochwasserschutz funktioniert nur in Kombination der drei Handlungsfelder natürlicher Rückhalt, technischer Hochwasserschutz und Hochwasservorsorge (StMUGV, 2005).

Auch auf europäischer Ebene passierte durch die massiven Kosten der vergangenen Hochwasserereignisse ein Umdenken. In den Jahren 1998 bis 2004 kam es innerhalb von Europa durch mehr als 100 Hochwasserereignisse zu versicherten Schäden von ca. 25 Mrd. Euro, mehr als 700 Toten und eine halbe Million Menschen, die ihr Zuhause verloren haben (Europäische Union, 2007b).

Der Schutz durch technische Hochwasserschutzanlagen wie z.B. Deichanlagen oder Mauern ist immer nur relativ in Anbetracht der Tatsache, dass diese Anlagen nur für Ereignisse einer bestimmten Jährlichkeit ausgelegt sind. Das bedeutet, dass z.B. ein Deich, welcher für ein Bemessungshochwasser von einer Jährlichkeit von 100 Jahren auch nur bis zu einem Hochwasser dieses Ausmaßes Schutz bieten kann. Ein Hochwasserereignis mit geringerer Jährlichkeit kann nicht mehr oder nur mehr bis zu einem bestimmten Ausmaß verhindert werden. Schäden an den sich dahinter befindlichen Objekten sind dann oftmals nicht mehr zu vermeiden. Einen bedeutenden Faktor spielt hier das Schadenspotential, welches sich zum einen in den Überschwemmungsgebieten allgemein, aber hinter Hochwasserschutzanlagen im Speziellen angehäuft hat (StMUGV, 2005). Gerade die Anhäufung von Wertgütern hinter Hochwasserschutzanlagen ist mit einer Erhöhung des Risikopotentials gleichzusetzen.

Die Europäische Richtlinie zur Bewertung und dem Management von Hochwasserrisiken greift nicht nur bei der Bewertung dieses Risikopotentials, sondern auch bei der Thematik zur Verbesserung der präventiven Hochwasservorsorge, ein. Es bestehen unterschiedliche Vorsorgestrategien, mit Hilfe derer es möglich ist, dass nicht aus jedem Hochwasser eine Überschwemmung oder aus einer Überschwemmung Schäden resultieren müssen (Kron, 2005). In Bayern wurde bereits im Vorfeld im Rahmen des Aktionsprogramms 2020 neben der Errichtung des Hochwassernachrichtendienstes mit der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten begonnen (StMUGV, 2005). Dies war neben den eigentlichen Hochwasserereignissen die Initialzündung für sämtliche Personen mit Liegenschaften an Gewässern mit Hochwassergefährdung, sich mit der Thematik auseinanderzusetzen, selbst wenn noch keine Schäden durch Hochwasser verursacht worden waren. Die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten ist ein sehr emotional besetztes Thema, da daraus direkt rechtliche Konsequenzen resultieren (vgl. Kapitel Rechtliche Umsetzung). Ziel der Ausweisung ist in erster Linie das Vermeiden von Bebauung in hochwassergefährdeten Bereichen. Zum einen wird dadurch eine Vergrößerung des Schadenspotentials verhindert, zum anderen bleibt die Fläche für das Gewässer als natürliche Überschwemmungsfläche erhalten und der Verlust muss nicht an anderer Stelle durch technische Schutzmaßnahmen o. ä. kompensiert werden. Dies ist auch das Ziel der Hochwasserrisikoricthlinie. Es zwingt die Mitgliedsländer dazu, sämtliche Risikopotentiale in Bezug auf Hochwasser zu analysieren und in weiterer Folge, sofern ein Risikopotential vorhanden ist, dieses Risiko auf Gefahren- bzw. Risikokarten darzustellen. Damit verbunden soll, wie in der Richtlinie gefordert, die Bevölkerung Zugang zu diesem Kartenmaterial bekommen, um ihre eigene Situation bewerten und reagieren zu können. Dies hat auch zur Folge, dass die soziale Verwundbarkeit der Menschen entsprechend behandelt wird, da die negativen Auswirkungen von Katastrophen sichtbar gemacht werden. Nur wenn man über eine potenzielle Gefahr und dessen Auswirkungen Kenntnis hat, kann man sich auf diese adäquat vorbereiten und im Eintrittsfall reagieren.

Hochwasserkarten in jeglicher Form sind damit ein bedeutender Beitrag, um das Hochwasserrisikopotential auf der einen Seite und die soziale Verwundbarkeit auf der anderen Seite zu reduzieren.

Praktische Umsetzung der Richtlinie

In Deutschland existiert seit ca. 50 Jahren ein Arbeitsgremium der Umweltministerkonferenz, welche es sich zur Aufgabe gemacht hat, sich mit den Fragen der praktischen Umsetzung und des Vollzugs von Rechtsvorschriften zu beschäftigen. Es handelt sich dabei um die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), in welchem sich Vertreter der Behörden von Bund und Ländern zur Vorbereitung eines einheitlichen Verwaltungsvollzugs treffen und Themenfelder rund um Wasser, Gewässer, Schutz und Versorgung analysieren und bearbeiten (LAWA, 2010a).

In Bezug auf die Hochwasserrisikorientlinie und ihre praktische Umsetzung wurde von der LAWA ein Leitfaden entworfen, welcher für die einzelnen Behörden der unterschiedlichen Ebenen eine Anleitung darstellen soll, um die Forderungen der Europäischen Union in Hinblick auf die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten entsprechend umsetzen zu können.

Die Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten wurden 2006 erstmals erstellt und auf der 139. Vollversammlung der LAWA in Dresden am 25./26. März 2010 beschlossen (LAWA, 2010b).

Die praktische Umsetzung der Richtlinie vollzieht sich damit in der Erstellung der Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten in Deutschland. Es werden zwar parallel Forschungen betrieben und Empfehlungen ausgesprochen, jedoch steht und fällt die Umsetzung der Hochwasserrisikorientlinie mit den Empfehlungen der LAWA.

Kartographie

Kartographie allgemein

„Die Kartographie ist ein Fachgebiet, das sich befasst mit dem Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Auswerten raumbezogener Informationen sowie in besonderer Weise mit deren Veranschaulichung durch kartographische Darstellungen“ (Hake, et al., 2002).

Dabei muss die Kartographie die gegebene Wirklichkeit aus dem Maßstab 1:1 vereinfachen, um sie in eine überschaubare Form zu konvertieren und auf einer geeigneten Darstellungsfläche präsentieren zu können. Durch die wachsende Bedeutung von geographischen Informationen in den unterschiedlichen Fachbereichen kommt es zu einer immer stärkeren Verzahnung der Kartographie mit anderen Wissenschaften, wobei jedoch die Kartographie selbst eine untergeordnete Rolle spielt. Die Bedeutung der Kartographie liegt aber nun gerade darin, Karten zu erzeugen, aus denen der Benutzer durch korrekte Wahrnehmung auch die richtige Bedeutung ableiten kann (Hake, et al., 2002).

Bei der digitalen Kartographie werden Karten und raumbezogene Informationen auf einem digitalen Wiedergabegerät mit der Option, diese analog über z.B. einen Drucker wiederzugeben, dargestellt. In den letzten beiden Jahrzehnten hat in vielen Bereichen die digitale Kartographie die klassische Kartographie überholt, da statische, analoge Karten auf der einen Seite nicht nur hohe Produktionskosten verursachen und auf der anderen Seite gleichzeitig sehr schnell veralten können, sondern auch weil durch digitale Medien die Benutzer selbst in die Gestaltung von Karten oder der Darstellung von raumbezogenen Informationen wie z.B. Fotos oder Wanderrouten mit eingreifen können. Aus diesem Grund gibt es in vielen Teilen der Erde noch eine geringe Dichte an vorliegendem Kartenmaterial. Selbst in Deutschland ist eine Aktualisierung von Karten durch die Luftbildmessung nur alle paar Jahre möglich (Kohlstock, 2004).

Die Informationsvermittlung passiert mit Hilfe von graphischen Zeichen, was man insgesamt als Visualisierung bezeichnet, wobei im multimedialen Zeitalter die Information auch mit Ton, Text, Bild und Animation zu einer komplexen Präsentation verknüpft werden kann. Die Zeichen selbst sind geometrisch gebunden. Die Struktur und die Aussage der Zeichen lässt sich als dreistufiges System beschreiben (Graphische Elemente, Zusammengesetzte Zeichen, Graphisches Gefüge; siehe Kapitel Kartographisches Zeichensystem). In Summe ergeben die Zeichen ein endliches System mit festgelegten Bedeutungen. Das bedeutet, dass jedes Zeichen eine Objektklasse bzw. ein Objektmerkmal repräsentiert, während sich Individualitäten nur durch die Zugabe von weiteren Informationen, wie z.B. Namen, darstellen lassen. (Beispielsweise wird ein Berggipfel durch ein Dreieck symbolisiert. Man kann auf einer Karte nun ableiten, dass es sich bei dem Dreieck um einen Gipfel handelt, jedoch nicht, um welchen Berggipfel im Speziellen. Erst durch das Hinzufügen von Text lässt sich genauer quantifizieren, um welchen Gipfel es sich handelt). Die Verwendung von Zeichen führt

in weiterer Folge dazu, dass eine entsprechende Zeichenerklärung gegeben sein muss, um ihre Bedeutung näher zu erläutern. Zeichen lassen sich in drei Dimensionen einteilen (Hake, et al., 2002):

- syntaktische Dimension
- semantische Dimension
- pragmatische Dimension

Für die syntaktische Dimension ist eine Darstellung bereits dann syntaktisch korrekt, sobald die Zeichen vom Benutzer in ihrer Struktur aufgrund z.B. ausreichender Größenunterschiede oder Kontrastverhältnisse einwandfrei erkannt werden können. Hier liegt die zentrale Rolle des Kartographen, der sich insbesondere den Erkenntnissen der Wahrnehmungspsychologie bedient, um eine korrekte Umsetzung bei der Wahl der einzelnen Zeichendarstellungen zu erzielen. Für die semantische Dimension kann zwar ein Zeichen syntaktisch korrekt sein, jedoch vom Benutzer in seinem Sinngehalt nicht richtig erfasst werden. Die kartographische Semantik fordert eine eindeutige und verständliche Zeichenerklärung, sodass ein Benutzer die Bedeutung der verwendeten Zeichen erfassen kann. Zur pragmatischen Dimension gehört, dass sich das Niveau der Karte und damit auch die verwendeten Zeichen und die Komplexität insgesamt, an das Wissen, Repertoire und die Erfahrung der jeweiligen Benutzer anpassen (Hake, et al., 2002).

Der Kartograph ist das zentrale Kommunikationselement zwischen den aus der Umwelt erfassten Daten (Primärmodell) und den Benutzern (Tertiärmodell). Seine Aufgabe ist es, die erfassten und gespeicherten Daten aus der Umwelt durch die Anwendung von unterschiedlichen kartographischen Gestaltungstechniken hin zu Karten, digitalen Daten oder anderen multimedialen Darstellungen zu entwickeln, um für einen Benutzer ein Abbild der Wirklichkeit zu erstellen, was diesem wiederum durch eine entsprechende Auswertung des bereitgestellten Materials ermöglicht wird (Hake, et al., 2002).

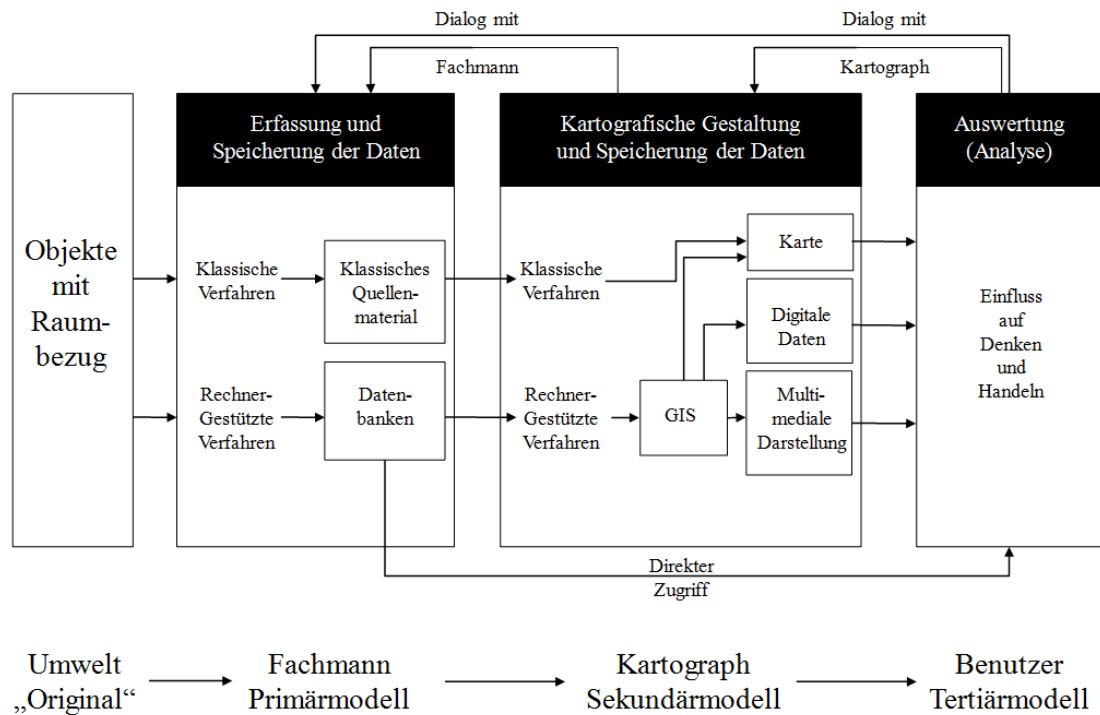


Abbildung 4: Das kartographische Kommunikationsnetz (Hake, et al., 2002)

Gerade der Bereich der kartographischen Pragmatik und die Aufgabe des Kartographen wird in weiterer Folge eine zentrale Bedeutung bei der Evaluierung der einzelnen Nutzergruppen spielen, da die Informationen über Hochwasserrisiken insgesamt ein komplexes Thema sind, welches entsprechend den Regeln der Kartographie grundsätzlich aufbereitet werden muss, um überhaupt verständlich sein zu können. Der Kartograph hat maßgeblichen Einfluss auf die Wahrnehmung und Verwertung der bereitgestellten Daten beim Benutzer, was wiederum erkennen lässt, dass hier größte Sorgfalt zur Anwendung kommen muss, um maximalen Nutzen für einen Benutzer zu garantieren.

Kartographisches Zeichensystem

Das kartographische Zeichensystem besitzt einen dreistufigen Aufbau und kategorisiert somit die verfügbaren Gestaltungsmittel der Kartographie (Hake, et. al., 2002):

- Graphische Elemente
- Zusammengesetzte Zeichen
- Graphisches Gefüge

Die graphischen Elemente bilden die Basis des kartographischen Zeichensystems. Hierzu zählen die nach ihrer geometrischen Ausbreitung zu unterscheidenden Elemente

Punkt, Linie und Fläche. Zusammengesetzte Zeichen stellen die nächst höhere Ordnung des Zeichensystems dar. Es handelt sich hierbei um graphische Elemente, welche individuell kombiniert und zusammengefügt werden. Als bedeutendste Vertreter sind die Signatur, Diagramm, Halbton und Schrift zu nennen. Graphische Gefüge ergeben sich, wenn durch die Verwendung von Elementen und Zeichen bestimmte, typische, graphische Strukturen erzeugt werden und diese maßgeblich für das Bild einer Karte oder einen Teilausschnitt sind (Hake, et al., 2002).

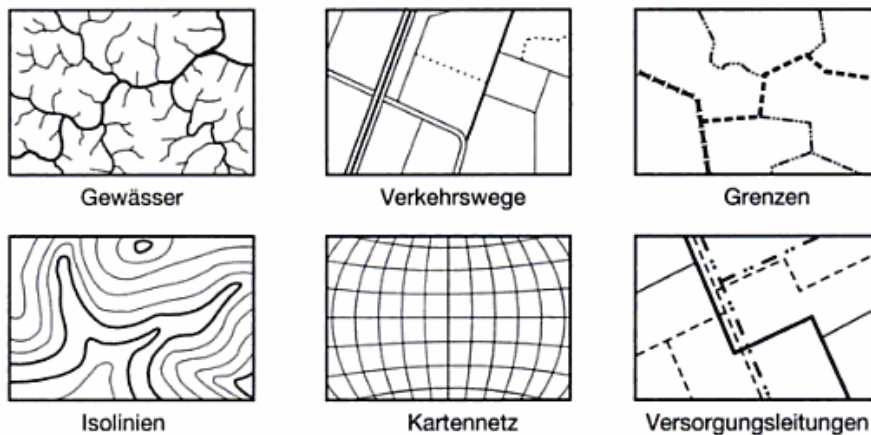


Abbildung 5: Beispiele für graphische Gefüge (Hake, et al., 2002)

Allerdings ist durch dieses Zeichensystem die Gesamtheit der Darstellungsmöglichkeiten noch nicht ganz beschrieben, da durch den Einsatz von sogenannten graphischen Variablen eine weitere Möglichkeit besteht, um das Erscheinungsbild zu beeinflussen. Zu diesen Variablen zählen (Hake, et. al., 2002):

- Größe: eignet sich zur Darstellung z.B. unterschiedlicher Quantitäten (z.B. Einwohnerzahl von Städten)
- Form: eignet sich zur Unterscheidung von Qualitäten (z.B. Stadt, Berggipfel, etc.)
- Füllung: eignet sich zur Darstellung unterschiedlicher Qualitäten wie auch Quantitäten
- Tonwert: eignet sich zur Darstellung von Quantitäten (z.B. Wassertiefenabstufung bei Überschwemmungsflächen)
- Richtung, Orientierung
- Farbe: eignet sich in erster Linie zur Darstellung unterschiedlicher Qualitäten (z.B. Landnutzung)












Bezeichnung der Variation	Ausgangszeichen	Beispiele der Variation
Größe		
Form		
Füllung		
Richtung		
Tonwert (unbunt, bunt)		 (Farb-) Helligkeit
Farbe (bunt)		Farbton, Farbsättigung

Abbildung 6: Möglichkeiten zur graphischen Variation eines Zeichens (Hake, et al., 2002)

Kartographische Gestaltungsmittel

Durch die Verwendung von kartographischen Gestaltungsmittel können die erfassten und gespeicherten Daten aufbereitet werden, um später in einer Karte, etc. repräsentiert zu werden. Zu den kartographischen Gestaltungsmittel zählen (vgl. Hake, et. al., 2002):

- Punkt: Gibt einzeln die Lage eines Objekts bzw. vieler Objekte an und kann je nach Maßstab einen einzelnen Messpunkt oder eine Stadt repräsentieren.
- Linie: Gibt nicht nur die Lage, sondern auch die Richtung an (z.B. Straßen). Kann unter anderem als Abgrenzung (Grundstücksgrenzen) oder als Verbindungsinstrument für gleiche Werte (z.B. Isolinien) dienen.
- Fläche: Gibt die Lage und Ausdehnung flächenhafter Objekte wieder. Die Kontur der Fläche (Flächenrand) grenzt dabei die Fläche ab.
- Signatur: Es handelt sich hierbei um graphische Elemente, welche beliebig kombiniert und zusammengesetzt sind, und mit Hilfe von graphischen Variablen verändert werden können. Signaturen werden auch als Kartenzeichen oder Symbole bezeichnet. Durch die Kombination von graphischen Elementen und der Anwendung der graphischen Variablen ergibt sich ein vielfältiges Portfolio und macht somit die Signatur zu einem elementaren Gestaltungsmittel.
- Diagramm: eignet sich zur Wiedergabe von quantitativen Daten

- Kartenschrift: weist die geringste geometrische Aussagemöglichkeit auf, besitzt aber besonderen Stellenwert, da mit Hilfe der Kartenschrift individuell bestimmte Sachverhalte erläutert werden können (z.B. Beschriftung von Straßen)
- Halbtöne: weisen im Gegensatz zu den Flächenfarben einen veränderlichen Tonwert auf (z.B. zur Schattierung von Geländevariationen, um auch auf zweidimensionalen Karten ein räumliches Bild zu erzeugen)

Graphische Mindestgrößen

Eine weitere Bedeutung haben die graphischen Mindestgrößen, welche überschritten werden sollten, um die Lesbarkeit einer Karte für einen Normalbenutzer mit normaler Sehkraft unter normalen Beleuchtungsverhältnissen gewährleisten zu können. Prinzipiell wurden die nachfolgend dargestellten Werte für gedruckte Karten festgelegt, jedoch können diese Werte ebenso für multimedial wiedergegebene Karten und Daten als Maßstab verwendet werden, da das menschliche Auge keine „bessere“ Wahrnehmung bei der Verwendung eines anderen Wiedergabemediums aufweist (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie, 2002).

Vergrosserung 4:1	1:1	Mindestgrösse	Mindeststrichstärke	Mindestabstand	Bemerkungen
Punktsignaturen					
	+	0,80 mm	0,12 mm		Kreuz
	△	1,20 mm	0,08 mm		Schwarze Hohlform
	□	0,70 mm	0,08 mm		Schwarze Hohlform
	•	0,30 mm			Runder Punkt
	◦	0,60 mm	0,10 mm		Farbige Hohlform
Liniensignaturen					
	—		0,08 mm		Schwarz / Weiss
	══		0,08 mm	0,25 mm	Doppellinie
	≡		0,08 mm	0,25 mm	Linienschar 3 Linien/mm
	~~~~	0,30 mm	0,08 mm		Minimale Linienbewegung
	.....	0,15 mm	0,15 mm	0,40 mm	Punktierte Linie
<b>Flächensignaturen</b>					
	■	0,35 mm			Volles Quadrat
	≡			0,20 mm	Abstände
	≡	0,25 mm			Einsprünge
	□	0,40 mm			Hohlform
	◻	0,80 mm	0,08 mm		Farbflächen mit Kontur
	◯				
	◌				
	▨	1,00 mm	0,08 mm		Schraffur 3 Linien/mm
	◌				
	◌				

Abbildung 7: Graphische Mindestgrößen in (Schweizerische Gesellschaft für Kartographie, 2002)

## Graphische Semiologie

### Grundlagen

Semiologie ist die Lehre und Untersuchung von Zeichen. Die graphische Semiologie stellt einen wesentlichen Schritt der Kartographie in Richtung einer eigenen Wissenschaft dar, da es sich hierbei um ein Theoriemodell handelt, welches den Kartennutzer in das Zentrum des kartographischen Kommunikationsprozesses gerückt hat (Jansen & Scharfe, 1999).

Jacques Bertin war ein bedeutender französischer Kartograph, der sich als Erster in seinem Standardwerk *Sémiologie graphique* mit der Thematik der graphischen Verarbeitung von Informationen, graphischen Konstruktionen und der Semiologie der graphischen Darstellung auseinandersetzte. Das Kernthema seines Werkes bestand in der Bestimmung von 7 Variationen, welche das menschliche Auge in Bezug auf Kartenzeichen wahrnehmen kann (Anmerkung: Ursprünglich definierte Bertin in seinem Werk 8 visuelle Variationen, jedoch werden x und y-Koordinate häufig als eine Variation gesehen und unter dem Synonym Position zusammengefasst). Diese Variationen hat Bertin als die Variablen des graphischen Bildes manifestiert (Bertin, 1974):

- Position (x und y-Koordinate)
- Größe
- Helligkeitswert
- Farbe
- Muster
- Richtung
- Form

Das Theoriemodell und insbesondere seine Variablen erfuhren große Aufmerksamkeit und wurden in der Zwischenzeit weiterentwickelt, da die Variablen nach Bertin lediglich auf 2 Dimensionen beschränkt sind. Jedoch gibt es eine Unzahl an Diskussionen über weitere Variable, welche aber für den Zweck dieser Arbeit keine weitere Rolle spielen.

Die Anwendung von einzelnen Variablen kann unterschiedliche Auswirkungen haben, da jede Variable eine oder mehrere spezifische Eigenschaften mit sich bringt. Hier unterscheidet man grundsätzlich zwischen 4 Fähigkeiten der Variablen (Bertin, 1974):

- Assoziativ (verbindend): Fähigkeit einer Variable, die Zusammengehörigkeit von Objekten darzustellen
- Selektiv: trennend; Fähigkeit einer Variable Unterschiede darzustellen
- Ordnen: Fähigkeit einer Variable, eine Ordnung zwischen einzelnen Objekten herzustellen
- Quantitativ: Fähigkeit einer Variable, mengenabhängige Beziehungen zwischen Objekten darzustellen

So wirkt zum Beispiel die Anwendung der Variable Farbe selektiv, während Helligkeitswert ordnend und Größe quantitativ wirken. Aus diesen Fähigkeiten der einzelnen Variablen definiert sich somit auch deren Einsatzbereich. Je nach zu treffender Aussage und Absicht des Kartographen sind nur bestimmte, geeignete Variablen anzuwenden.

		Eigenschaft			
		Assoziativ	Selektiv	Ordnend	Quantitativ
Variable	Position	+	+	+	+
	Größe	+	+	+	++
	Helligkeit	+	+	++	-
	Farbe	+	++	-	
	Muster	+	+	-	
	Orientierung	+	+		
	Form	+	-		

Legende	
	++ gute Wirkung
	+ Wirkung vorhanden
	- bedingte Wirkung

Abbildung 8: Wirkung von Variablen (nach Bertin, 1974)

Gleichzeitig gilt zu beachten, dass das menschliche Auge nur eine bestimmte Anzahl an Werten wie z.B. Farb- oder Helligkeitswerten unterscheiden kann. Bei der Variable Größe kann nur zwischen ca. 5 Werten unterschieden werden, während es bei der Helligkeit ca. 7 und bei der Variable Farbe ca. 8 Werte sind (Buziek, et al., 2000).

Aus diesem Grund ist es erforderlich, eine entsprechende Einteilung in Werteklassen durchzuführen. Hierzu gibt es unterschiedliche Methoden, um zu einer Klassifizierung zu kommen. Während bei qualitativen Werten bereits klar definierte Klassifizierungen vorgegeben sind, ist es bei z.B. quantitativen Werten erforderlich, Festlegungen bezüglich der Einteilung zu treffen. Anfang einer Klasse (niedrigster Wert), Klassenzahl und Klassenbreite sind hierzu erforderlich. Aus der Statistik und kartographischen Lehre sind dabei unterschiedliche Verfahren bekannt, wie eine Einteilung erfolgen kann. Die nachfolgende Darstellung präsentiert ein einfaches Verfahren zur Ermittlung von Klassenzahl, Klassenbreite und Grenzen (Lange, 2006):

- Maximale Klassenzahl (Formel nach Witt)



$$k = \sqrt{n}$$

- Maximale Klassenzahl (Regel nach Davis)

$$k = 5 \cdot \log n$$

- Klassenzahl (Regel nach Sturges)

$$k = 1 + 3,32 \cdot \log n$$

- Klassenbreite

$$b = \frac{(x_{min} - x_{max})}{(k - 1)}$$

- Erste Klassenuntergrenze

$$g_1 = x_{min} - b/2$$

- Klassenobergrenzen

$$g_i = g_{i-1} + b \quad \text{für } i = 2, \dots, k + 1$$

Darüber hinaus ist aber nicht nur die Anzahl der zu verwendenden Werteklassen beschränkt, sondern auch dass bestimmte Mindestgrößen von graphischen Elementen eingehalten werden müssen, um für das Auge optisch wahrnehmbar zu bleiben. Dabei gelten nachfolgend dargestellten Werte (Hake, et al., 2002):

0,05mm	Breite einer schwarzen Linie auf weißem Grund (Maximalkontrast)
0,08mm	Breite einer farbigen Linie auf farbigem Grund (Minimalkontrast)
0,15-0,25mm	Linienzwischenraum bei Maximalkontrast
0,20-0,30mm	Linienzwischenraum bei Minimalkontrast
0,30mm	Breite von Flächen bzw. Flächenvorsprüngen bei Maximalkontrast
0,40mm	Breite von Flächen bzw. Flächenvorsprüngen bei Minimalkontrast
0,15-0,20mm	Flächenzwischenraum bei Maximalkontrast
0,20-0,25mm	Flächenzwischenraum bei Minimalkontrast
0,25mm	Punktdurchmesser bei Maximalkontrast
0,45mm	Punktdurchmesser bei Minimalkontrast
0,50-0,60mm	Größe eines Kreises/Quadrats bei Maximalkontrast
0,70-1,00mm	Größe eines Kreises/Quadrats bei Minimalkontrast
0,60mm	Höhe eines Buchstaben oder einer Ziffer bei Maximalkontrast
1,00mm	Höhe eines Buchstaben oder einer Ziffer bei Minimalkontrast

Abbildung 9: Mindestgrößen von graphischen Elementen (vgl. Hake, et al., 2002)

## *Experimentelle Graphische Semiologie*

Die Experimentelle Graphische Semiologie nutzt technische Geräte, um im Reverse Engineering von bereits produzierten Karten unter Zuhilfenahme von Testpersonen auf die Aussagekraft dieser Karten schließen zu können. Es werden hier die klassischen geographischen Daten mit Daten der Kartenwahrnehmung wie Blickpunkte, Dauer, Blickfolge, etc. kombiniert. Damit können die verwendeten Richtlinien entsprechend der Kartographie bzw. der graphischen Semiologie überprüft werden und das Kartenmaterial in einem iterativen Prozess verbessert werden. Dabei wird das Kartenmaterial mit Hilfe von Personen aus unterschiedlichen Nutzergruppen evaluiert. Es spielt hier insbesondere die Erfahrung der Personen mit dem Umgang von Kartenmaterial eine bedeutende Rolle (Serrhini et al. 2008).

Es kann dadurch aufgezeigt werden, dass Fachleute und Personen, die einen mehr oder minder täglichen Umgang mit Kartenmaterial haben, eine neue Karte und Legende schneller erfassen als Laien (Serrhini, 2006).

Die Probanden werden dabei einem zweistufigen Verfahren unterzogen. Im ersten Teil bekommen die Probanden für eine bestimmte Zeitdauer Karten auf einem medizintechnischen Gerät gezeigt. Während dieser Dauer werden die Augenbewegungen und damit verbunden der Bewegungsablauf auf der Karte aufgezeichnet. Durch die Kombination von Bewegung, Position und Dauer können Rückschlüsse auf die visuellen Eindrücke der Karte auf den Probanden gezogen werden. Gerade bei komplexen und schwer verständlichen Karten erfolgt eine signifikante Differenzierung von Personen mit Erfahrung im Lesen von Kartenmaterial und Laien, die gar nicht oder nur kaum mit Karten in Berührung kommen. In einem zweiten Teil werden mit Hilfe eines entsprechend aufbereiteten Fragebogens weitere Informationen zu den gezeigten Karten beim Probanden abgefragt, um Parameter abzudecken, welche mit dem technischen Gerät nicht erfasst werden können (CRUE ERA-NET, 2008a).

Es handelt sich um eine adäquate Methode, um Aussagen über die Verständlichkeit von Karten und den zugrunde liegenden Kartendaten zu gewinnen. Darüber hinaus kann durch die Auswertung der Ergebnisse eine Verbesserung der Karte insgesamt vorgenommen werden, um diese vor allem für Laien benutzerfreundlicher zu gestalten.

# Verbreitung von Karten

Es kann grundsätzlich zwischen der Verbreitung von Karten auf analogem Wege oder digitalem Wege unterschieden werden, wobei die Verbreitung von Printkarten nicht weiter betrachtet wird. Für die Verbreitung von Karten auf digitalem Wege ist insbesondere die Nutzung des Internets von zentraler Bedeutung.

Karten im Internet lassen sich im Großen und Ganzen in drei Kategorien einteilen:

Bei der ersten Kategorie von Karten handelt es sich um diejenigen, welche von unterschiedlichen Stellen generiert werden und im Internet abrufbar sind. Es handelt sich um bereits fertig gestellte Karten, welche durch den Nutzer, z.B. durch die Auswahl von Layer, nicht mehr verändert werden können. Da sich inzwischen eine Unzahl von Personen der Karten als Darstellungsform unterschiedlichster Ergebnisse bedient, ist auch hier die Gefahr der Nichteinhaltung von Standards am Größten. Insbesondere im Bereich der Forschung und Entwicklung ist die Präsentation von Forschungsergebnissen mit Hilfe von Kartenmaterial Standard. Da Forschungsprojekte meist durch staatliche oder andere öffentliche Stellen finanziert werden, müssen die Ergebnisse oftmals auch einem gewissen Personenkreis zugänglich gemacht werden. In zahlreichen, von der Europäischen Union geförderten Projekten spielt die Verbreitung der Ergebnisse eine zentrale Rolle und muss im Rahmen der Projektanträge detailliert definiert werden.

Die zweite Kategorie von Karten im Internet wird von Online-Portalen gebildet, welche meist von öffentlichen Stellen betrieben werden und der Darstellung von öffentlich-rechtlichen Informationen dient. Bei den integrierten Informationen handelt es sich meist um Stadtpläne, Adresskarten, digitale Katasterkarten, aktuelle Bauprojekte, Points of Interest, öffentlichen Verkehr, usw. Einige der Grundlagendaten liegen nur den jeweiligen Behörden vor. Dem Nutzer wird es dadurch ermöglicht, weitere räumliche Informationen zusätzlich zu einer Basiskarte abzurufen. Ebenso kann der Nutzer darüber entscheiden, welche Informationen er eingeblendet haben möchte.

Die dritte Kategorie bilden diejenigen Karten, bei denen der Grundgedanke des Web 2.0 tatsächlich zum Tragen kommt. Durch eine entsprechende Plattform wird es dem Nutzer ermöglicht, eigene Informationen zu integrieren, darzustellen und zu veröffentlichen (z.B. Wanderrouen, Radstrecken, etc.). Grundsätzlich gibt es keine Grenzen und keine

Information, welche nicht mit Raumbezug dargestellt werden kann. Als Hintergrundkarten können je nach thematischem Bezug unterschiedliche Basiskarten wie z.B. Luftbilder, Flurkarten, o.ä. herangezogen werden.

Der größte Nutzen von Karten im Internet für die breite Masse präsentierte sich in erster Instanz im Rahmen der Routenplanung, da Navigationsgeräte noch nicht sehr verbreitet waren, es aber so jedermann möglich war, auf einfache Art und Weise von A nach B zu gelangen, selbst wenn zu dieser Zeit noch ein entsprechender Ausdruck der Reiseroute auf Papier erfolgen musste, da die Karte bzw. die Routenanweisung digital nicht mitgenommen werden konnte.

Eine Veränderung in der Nutzung von Karten passierte mit der Veröffentlichung von Google Earth, da hiermit plötzlich jedermann Zugang zu Luftbildern hatte und dies den Forscher und Entdeckerinstinkt in vielen Personen erweckte. Die reine Darstellung von Luftbildern wurde sehr schnell durch weitere Informationen ergänzt, was insbesondere auch durch die Zuhilfenahme Dritter passierte. Insbesondere Gewerbetreibende und Industrie sind daran interessiert, dass in den entsprechenden Karten und Kategorien auch das eigene Unternehmen aufscheint. Es ist außerdem jedem Nutzer möglich, eigene Layer und damit auch eigene Karten zu erstellen und diese mit anderen zu teilen (z.B. Wanderrouten, Mountainbikestrecken, etc.). Ein weiterer logischer Schritt war die Erweiterung in die dritte Dimension, was bei Google Earth zwar bereits von Beginn an implementiert war, durch die Integration von 3D-Modellen bei Objekten wie z.B. Häusern, etc. weiter an Plastizität gewann. Mit Hilfe des sogenannten und auch sehr umstrittenen Street View erfuhr diese Art der Kartendarstellung eine neuerliche Erweiterung. Durch Aufnahme von Objekten in der Realität und der Bereitstellung der Bildinformation im Internet ist es allen Nutzern möglich, von bestimmten Standpunkten ein 360° Bild zu erhalten. Es gibt dem Nutzer die Möglichkeit, die umliegende Situation um einen bestimmten Standpunkt komplett zu erfassen. Damit ergeben sich für den Nutzer unterschiedlichste Optionen, wie z.B. die Nutzung der Informationen für die Urlaubsplanung, um sich vorab bereits ein Bild der örtlichen Gegebenheiten machen zu können.

Die Möglichkeiten für Nutzer erweitern sich ständig, und immer mehr Plattformen bieten die Grundlagen, um eigene räumlich bezogene Daten darstellen und präsentieren zu können. Bei den meisten Plattformen hat der Nutzer nur sehr beschränkte

Möglichkeiten, seine Inhalte zu präsentieren und kann damit auch nur sehr beschränkt auf das Erscheinungsbild von Karten eingreifen.

Mit Hilfe der technologischen Evolution und der Einbindung von Nutzern in die Erstellung unterschiedlichster Inhalte á la Web 2.0 vergrößert sich auch der Kreis jener, welcher mangelhafte oder falsche Informationen publiziert. Nicht ohne Grund gelten bei weit verbreiteten Produkten mit öffentlicher Beteiligung wie z.B. der Online-Enzyklopädie Wikipedia strenge Richtlinien, welche in weiterer Folge auf ihre Richtigkeit hin überprüft und Inhalte gegebenenfalls korrigiert werden, da eine mangelnde Qualität zur Missverständnissen oder Falschinformation führen würde. Aus diesem Grund ist es erforderlich, die Einflussnahme von Nutzern auf bestimmte Eckpunkte zu beschränken und das Basislayout einer Karte Fachpersonal zu überlassen.

Gleiches gilt auch für die Erstellung von klassischen Kartenprodukten. Grundsätzlich gelten natürlich auch hier die Richtlinien, welche durch die Kartographie oder die graphische Semiologie aufgestellt werden. Zur korrekten Kommunikation von Karteninhalten ist es also unbedingt erforderlich, die bereits vorgestellten graphischen Gestaltungsregeln zu beachten.

Ein bedeutender Vorteil in der Nutzung von Karten auf digitalen Geräten besteht in den Präsentationsmöglichkeiten. Es ist nicht mehr erforderlich, das klassische Kartenlayout beizubehalten, wo auf derselben Seite zusätzlich zur Karte noch Kartenbeschreibung, Maßstab, Orientierung, Legende, etc. abgebildet sein müssen, um den Nutzer ausreichend über die Karte informieren zu können. Die digitale Darstellung ermöglicht hier vollkommen neue Möglichkeiten. Es muss kein großer Kartenausschnitt verfügbar sein, da mit Hilfe von Suchfunktionen sehr einfach der dargestellte Standort bzw. Kartenausschnitt gewechselt werden kann, ohne dass man sich weiter orientieren muss, wie das bei einer analogen Karte der Fall ist. Eine integrierte Suchfunktion ist eines der bedeutendsten Vorteile gegenüber dem analogen Pendant, da diese nicht nur zur Darstellung des gewünschten Ortes genutzt werden kann, sondern auch zur Suche nach entsprechenden Sekundärinformationen, wie z.B. Points of Interests (POI).

Ein weiterer Vorteil liegt in der Möglichkeit, Informationen zunächst unsichtbar zu hinterlegen und nur bei Bedarf darzustellen. Natürlich bleibt die Möglichkeit, Informationen zur Karte darzustellen, grundsätzlich erhalten. Jedoch macht es keinen Sinn, z.B. eine Legende dauerhaft einzublenden, da diese zu viel Platz beanspruchen würde. Bleibt die Legende nun ausgeblendet, so findet zwar in erster Instanz ein

quantitativer Informationsverlust statt, kann jedoch durch anderweitige Möglichkeiten gut, in vielen Fällen sogar besser, ausgeglichen werden. Erlaubt es die Softwareinfrastruktur, so können die eingeblendeten Layer auswählbar gemacht werden, um die Information, sprich die Legende, direkt für den gewünschten Punkt anzeigen zu können (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Auszug aus einer Karte mit dem Layer Wassertiefe, Zusatzinformation im Fenster (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)

Wie die Abbildung zeigt, lässt sich zwar qualitativ abschätzen, ob es sich um eine Überschwemmungsfläche mit eher höherem oder niedrigerem Wasserstand handelt, jedoch kann in erster Instanz aufgrund der fehlenden Legende keine quantitative Aussage getätigt werden. Jedoch besteht die Möglichkeit, die Information durch einen Klick auf das entsprechende Polygon abzurufen.

Die Möglichkeit des Abrufs der Legendeninformation direkt im Kartenfenster bringt einen weiteren Vorteil mit sich. In den Kapiteln Kartographie und Graphische Semiologie wurde detailliert auf die erforderlichen Richtlinien in der Aufbereitung von Karten eingegangen, insbesondere auf die Beschränkungen der Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Auges. Das Auge kann nur zwischen ca. 7 Helligkeitsstufen differenzieren, was eine Einschränkung in der Darstellung von Werten bedeuten kann. Erhält der Benutzer allerdings die Möglichkeit, Werte direkt in der Karte abrufen zu können, ohne auf eine extern dargestellte Legende angewiesen zu sein, ist auch eine Darstellung von Karteninformationen mit mehr als nur 7 Klassen möglich.

Die Tatsachen, dass Inhalte flexibel integriert, aktualisiert, hinzugefügt und entfernt werden können, sind weithin bekannt. Eigene Karten und Karteninformationen können

ebenso erstellt und integriert und öffentlich zugänglich gemacht werden (z.B. Google Maps), wie auch Inhalte aus unterschiedlichen externen Quellen in eine Karte eingebunden werden können (Web Map Service, Web Feature Service, etc.).

# Theoretische und konzeptionelle Aspekte

Die Auswirkungen der Hochwasserrisikorichtlinie werden im Rahmen dieses Kapitels erläutert und bewertet. Es werden anhand von Literaturvergleichen unterschiedliche Nutzergruppeneinteilungen untersucht, evaluiert und eine Methode zur Umsetzung im Rahmen eines Fallbeispiels gewählt. Um eine Verbindung zwischen den Nutzergruppen und der Gestaltung der Karten herzustellen, werden Anwendungsfälle und zur Verfügung zu stellende Inhalte analysiert und verglichen. Dabei werden insbesondere die Erfahrungen aus unterschiedlichen Projekten wie auch die Ansichten der Hochwasserrisikorichtlinie herangezogen. Im Rahmen von unterschiedlichen Forschungsprojekten beschäftigte man sich meist ausschließlich mit der Analyse und Erstellung von Karten für Printzwecke (siehe Abbildung 2), jedoch können die Grundsätze der Graphischen Semiologie sowie der Kartographie bezogen auf die Nutzung von visuellen Variablen sowie auch die einzelnen Forschungsergebnisse bzw. Umsetzungsbeispiele genutzt werden, um den Einstieg in die Kartenaufbereitung für die Darstellung von Hochwasserrisikoinformationen auf einem Smartphone zu finden. Es wird hier insbesondere die Analyse von Informationsbedarf, Darstellung, Inhalt sowie Nutzerführung stattfinden. Eine Betrachtung der möglichen Werkzeuge und die Evaluation für eine Nutzung im Rahmen des Fallbeispiels schließen das Kapitel ab.



# Nutzergruppen

Es ist zwischen den Benutzergruppen aus informationstechnischer Sicht einerseits und den Nutzer- oder Zielgruppen aus Sicht der Gestaltung und Informationsaufbereitung andererseits zu differenzieren. Grundsätzlich kennt man den Begriff des Benutzers bzw. der Benutzergruppen aus dem Bereich der Informationstechnologie, wo die Einteilung in Benutzergruppen in der Rechteverwaltung eine zentrale Rolle spielt. Gerade diese Rechte, welche einem Benutzer eingeräumt werden, lassen sich auch im gegebenen Fall sehr gut reproduzieren. Abhängig vom jeweiligen Status des Benutzers müssen diesem Benutzer bestimmte Rechte zugeteilt oder vorenthalten werden. Bei der Darstellung von Karten handelt es sich hauptsächlich um die Frage, welche Informationen welcher Nutzer abfragen und einsehen darf, und welche Informationen bestimmten Nutzern vorenthalten werden müssen.

Wie lassen sich nun einzelne Nutzergruppen kategorisieren und unterscheiden? In erster Hinsicht muss festgestellt werden, welche Verbreitung Smartphones bereits erfahren haben und wie sich die zukünftige Entwicklung darstellen wird.

Als Nutzer von Smartphones sind nicht nur mehr Personen aus dem Geschäftsbereich zu nennen, da gerade in den letzten 2 Jahren Smartphones einen Durchbruch vollzogen haben und beim Massenmarkt angekommen sind. Mit dem Ausbau des Telekommunikationsnetzes hat auch die mobile Internetnutzung den Durchbruch im Massenmarkt geschafft (in Kombination mit moderaten Tarifen für Datenvolumen). Die Zahl der verkauften Smartphones in Deutschland lag 2010 bei ca. 7,2 Millionen Stück und soll im Jahr 2011 10 Millionen Stück erstmals überschreiten. Das würde einen Anstieg um annähernd 40% gegenüber 2010 bedeuten (BITKOM, 2010a). Aktuell nutzen ca. 10 Millionen Menschen (17% der Mobiltelefonbesitzer) Internetfunktionen mit Hilfe ihres Mobiltelefons. Ein Viertel der 14 – 29-jährigen Mobiltelefonbesitzer nutzt mobile Internetfunktionen, wobei ca. 13% bereits Applikationen verwenden (BITKOM, 2010b). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Smartphones für die breite Masse finanzierbar und aufgrund der technischen Möglichkeiten an Attraktivität gewonnen haben (insbesondere durch die Einbindung von sozialen Portalen), lässt sich festhalten, dass nicht nur mehr Personen aus dem Geschäfts- oder Forschungsbereich über eine derartige Hardware verfügen. Vielmehr wird in Zukunft die Anzahl von

Smartphones, welche sich in den Händen von Laien befinden (aus kartographischer bzw. geographisch-informationstechnischer Sicht), überwiegen.

Nichts desto trotz gilt, dass jede Nutzergruppe individuelle Ansprüche hat. Die Literatur gibt hier nur sehr eingeschränkt Hinweise bzw. Definitionen, wie sich ein Benutzertyp bzw. eine Nutzergruppe definiert. Je nach Anwendungsfeld erfolgt die Einteilung in Nutzergruppen sehr unterschiedlich. Zieht man den Alpenverein als Beispiel heran, so gibt es dort speziell aufbereitete Karten für Wanderer, Skitourengeher oder Mountainbiker, da jede dieser Nutzergruppen individuelle Informationen benötigt und damit andere Anforderungen an das Kartenmaterial stellt. Die nachfolgenden Auflistungen sollen einen kurzen Überblick über Einteilungen in Nutzergruppen aus unterschiedlichen Bereichen geben.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass bereits die Hochwasserrisikorichtlinie Nutzer von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten quantifiziert. In Artikel 10 der Richtlinie wird festgehalten, dass die Mitgliedsstaaten der Öffentlichkeit Zugang zu der ersten Bewertung des Hochwasserrisikos, zu den Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten wie auch den Hochwasserrisikomanagementplänen gewähren müssen (Europäische Union, 2007a).

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser hat in Ihren Empfehlungen zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten ebenso versucht, einzelne Nutzer der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten zu identifizieren. Dabei geht man im Leitfaden von den am Hochwasserrisikomanagement beteiligten Instanzen aus (LAWA, 2010b):

- Wasserwirtschaft  
Die Wasserwirtschaft ist die zentrale Behörde in Bezug auf die Bereitstellung von Informationen zu Hochwasser, Hochwasservorhersage, Hochwasserschutz sowie Hochwassergefahren und Hochwasserrisiken.
- Raumordnung  
Der Raumordnung obliegt die Verantwortung, Überschwemmungsbereiche von Gewässern frei von bedeutenden Objekten und Nutzungen zu halten. Als Grundlage dienen die von der Wasserwirtschaft zur Verfügung gestellten Informationen.

- Baurecht und kommunale Planung  
Die kommunale Planung kann durch die Bauleitplanung direkten Einfluss auf Schadenspotentiale nehmen.
- Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz  
Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz können auf Basis von Hochwasserkarten und Schadenspotentialen bereits im Vorfeld entsprechende Einsatzplanungen und Übungsszenarien durchführen und darüber hinaus Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten mit weiteren Sachinformationen verschneiden, um z.B. Evakuierungswege zu identifizieren.
- Versicherungswirtschaft  
Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten stellen für Versicherer eine bedeutende Grundlage dar.
- Naturschutz  
Der Naturschutz kann durch Sachinformationen bei der Ausstellung der Karten, aber auch durch gezielte Maßnahmen in der Fläche zum Hochwasserschutz beitragen.
- Land- und Forstwirtschaft  
Land- und Forstwirtschaft spielen gerade durch die großen Flächenanteile beim Hochwasserschutz eine bedeutende Rolle. Hier kann durch Information eine gezielte Entwicklung forciert werden.
- Betroffene  
Durch die Veröffentlichung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten kann eine bedeutende Bewusstseinsbildung und Hochwasservorsorge erreicht werden.



Abbildung 11: Beteiligte des Hochwasserrisikomanagements (LAWA, 2010b)

Es ist festzuhalten, dass die Definition auf Basis der am Hochwasserrisikomanagementprozess Beteiligten erstellt wurde, womit bereits eine Separation durchgeführt wurde, da nicht Betroffene aus der Betrachtung exkludiert wurden.

Eine ähnliche Quantifizierung nimmt das Bayerische Landesamt für Umwelt vor (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010d):

- Wasserwirtschaftsverwaltung
- Behörden der Raumordnung
- Behörden der Kommunalen Planung
- Verantwortliche für Gefahrenabwehr und Katastrophenschutz
- Bevölkerung, Bauherren, Anwohner, Entscheidungsträger aus Industrie und Gewerbe etc.

Im Rahmen des Projekts RISKATCH wurde eine Definition von Nutzergruppen basierend auf einer einfachen Einteilung von Akteuren gewählt. Entsprechend dieser Einteilung wurden unterschiedliche Karten erstellt und mit Hilfe der Experimentellen Graphischen Semiologie durch Testpersonen aus den einzelnen Kategorien evaluiert (CRUE ERA-NET, 2008a):

- Experte  
Fachanwender, welcher im ständigen Umgang mit Kartenmaterial vertraut ist und eventuell mit der Kartenherstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten betraut ist.
- Entscheidungsträger  
Politiker, Einsatzleitung, etc., welche auf Basis von vorliegendem Informationsmaterial, worunter auch entsprechendes Kartenmaterial zu sehen ist, Entscheidungen zu treffen haben.
- Laie  
Personen, die nicht oder nur kaum mit Karten zu tun haben, keinen fachlichen Hintergrund besitzen, aber für die Informationen von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten insbesondere im Kontext zur Hochwasservorsorge relevant sind.

Es erfolgte damit eine Einteilung der Nutzer nach ihrem Wissensstand bzw. der Verantwortung im Entstehungsprozess. Im Vergleich zur Einteilung der LAWA werden keine Personengruppen aus der Betrachtung ausgeschlossen.

Im Nachfolgeprojekt RISK MAP wurde die Definition von Nutzergruppen erweitert. In Kooperation mit dem Department Stadt- und Umweltsoziologie des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung erfolgte die Einteilung der Akteure in 5 Gruppen, welche wie folgt definiert sind (Kuhlicke, unveröffentlicht):

- **Betroffene**  
Personen, welche durch die Hochwassergefahr direkt betroffen sind. Großteils sind diese Personen nicht in den Herstellungsprozess eingebunden und stellen somit das klassische Publikum dar.
- **Bürgergesellschaft**  
Akteure, die im Rahmen von Gruppierungen oder Initiativen auf lokaler, regionaler, nationaler oder internationaler Ebene organisiert sind und gegebenenfalls auch am Herstellungsprozess partizipieren können.
- **Endanwender**  
Personen, Organisationen und Akteure auf lokaler und regionaler Ebene, welche mit den Kartenprodukten arbeiten müssen.
- **Hersteller**  
Personen oder Organisationen die mit der Herstellung des Kartenmaterials betraut sind.
- **Entscheidungssträger**  
Personen oder Organisationen auf regionaler und nationaler Ebene, die nicht direkt in den Herstellungsprozess integriert sind, jedoch durch langfristige Strategien auf Hochwasserrisikomanagement Einfluss nehmen.

Eine weitere Definition lässt sich aus dem Wasserhaushaltsgesetz ableiten (Bundesministerium der Justiz, 2010):

- **Behörde**
- **Öffentlichkeit**

Wie die aufgeführten Möglichkeiten zeigen, besteht eine Vielfalt an Varianten zur Einteilung von Personen in spezifische Gruppen. Für die weiteren Betrachtungen wurde das Unterscheidungssystem aus dem Projekt RISK CATCH weiter beibehalten, da die

Gruppierung in Laie, Entscheidungsträger und Experte sämtliche Personen, Organisationen und Unternehmen erfasst, ein überschaubares System bietet und insbesondere eine Einteilung nach dem Kenntnisstand der jeweiligen Nutzergruppe vornimmt. Eine solche Einteilung ist insbesondere förderlich, da gerade zwischen den Expertenanwendern und den Laien große Defizite im Bereich der Wahrnehmung von Karten und Karteninhalten festgestellt werden konnte.

## **Information und Inhalt**

Information stammt aus dem Lateinischen und bedeutet „Bildung, Belehrung“ (Bibliographisches Institut, 2010). Informationen sind erforderlich, um eine Person über ihm nicht bekannte Gegebenheiten aufzuklären. Im Fall dieser Master Thesis handelt es sich bei der Information um Kartenmaterial aus dem Bereich der Umsetzung der Hochwasserrisikorichtlinie sowie der Hochwasserrisikoforschung, mit Hilfe dessen unterschiedliche, spezifische Themeninhalte für einzelne Fließgewässereinzugsgebiete präsentiert werden.

Eine Fragestellung ist nicht unbedingt das Abrufen, aber doch das sinnvolle Darstellen von Standortinformationen im Bereich des Risikomanagements reduziert auf die notwendigen Informationen und Inhalte für die jeweilige Nutzergruppe unter Anwendung von fachspezifischen Kenntnissen aus z.B. der Kartographie oder graphischen Semiologie (vgl. Kapitel Kartographie bzw. Graphische Semiologie). Jede Nutzergruppe besitzt ein spezifisches Anforderungsprofil, da für jede Gruppe unterschiedliche Informationen oder Informationen unterschiedlicher Detailliertheit von Interesse sind und diese Informationen aufgrund eines unterschiedlichen Kenntnisstandes verschieden wahrgenommen werden (vgl. Kapitel Experimentelle Graphische Semiologie). Nicht nur aus Gründen der Übersichtlichkeit, sondern insbesondere aus rechtlichen Ansprüchen kann hier das Interesse bestehen, Information nur bis zu einer bestimmten Detailschärfe hin oder nur mit bestimmten Inhalten darzustellen. Besonders im Themenbereich rund um Hochwasser, Überschwemmungsgebiet und Risikobereich ist besondere Vorsicht geboten, da das Ausweisen von z.B. Überschwemmungsgrenzen eines 100-jährlichen Hochwasserereignisses an rechtliche Folgen gekoppelt sein kann (vgl. Kapitel Rechtliche Umsetzung). Für Fachkräfte wiederum besteht der Bedarf von spezifischen,

für ihr Fachgebiet zugeschnittenen Informationen. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass für die Darstellung von Informationen neben den eigentlichen Inhalten auch der Maßstab und die dargestellte Genauigkeit eine große Rolle spielen.

Bereits im Jahr 2003 wurde durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen ein Leitfaden zur Erstellung von Hochwassergefahrenkarten veröffentlicht. Dieser Leitfaden enthält spezifische Aussagen über Ziele, Definitionen, Informationsverarbeitungen, Inhalte und den Kartenaufbau von Hochwassergefahrenkarten.

Thema	In Gefahrenkarten enthalten	Ereignisspezifisch ?
Überflutungsflächen/-tiefen	Immer	Ja
Fließgeschwindigkeiten	Immer	Ja
Anlagen des technischen Hochwasserschutzes	Immer	Nein
Pegel	Immer	Nein
Hochwasserwellenlaufzeit	Immer	Ja
Deichverteidigungsmaßnahmen	Immer	Ja
Brücken, Durchlässe, Verrohrungen	Immer	Nein
Gefahrenquellen	Immer	Nein
Hochwasserfreie Straßen	Wenn möglich	Ja
Allgemeine kartographische Inhalte	Immer	Nein

Abbildung 12: Inhalte einer Hochwassergefahrenkarte (MUNLV, 2003)

Die Empfehlungen der LAWA zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten geben eine sehr detaillierte Auflistung zu den zu verwendenden Inhalten wieder. Es wird deutlich, dass der Leitfaden der LAWA auf dem Leitfaden des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen aufsetzt (Anmerkung: das MUNLV ist ebenso Mitglied der LAWA). Als Voraussetzung für die Erstellung einer Hochwassergefahrenkarte sind das Vorhandensein von hydrologischen und topographischen Daten sowie Daten zur Bodenbedeckung und hydraulische Daten erforderlich. Damit können Karten mit Informationen zur Ausdehnung eines Hochwasserereignisses, Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit und Erosion generiert werden. Für die Erstellung von Hochwasserrisikokarten sind zusätzlich zu diesen Daten weitere Informationen erforderlich. Zur Beschreibung der Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner werden statistische Daten (z.B. Einwohner pro Gemeinde, Gleichverteilung der Einwohner auf die entsprechenden Flächenanteile) sowie die Daten zur Flächennutzung

(Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, Digitales Landschaftsmodell (ATKIS DLM) oder die Amtliche Liegenschaftskarte (ALK)) herangezogen. Die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten soll entsprechend der LAWA Richtlinie aus den ATKIS DLM Daten abgeleitet werden, wobei eine entsprechende Klassifizierung der Objektarten vorzunehmen ist. Dabei wird die Bildung von 5 Klassen zuzüglich der Gewässerflächen empfohlen (LAWA, 2010b).

- Wohnbaufläche und Fläche gemischter Nutzung
- Industriefläche
- Verkehrsflächen
- Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Wald
- Alle übrigen Objektarten
- Gewässerflächen

Des Weiteren müssen besondere Anlagen (Anlagen im Sinne der Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) in die Hochwasserrisikokarten integriert werden. Diese Objekte liegen als Punktdaten bei den entsprechenden Behörden bereits auf. In der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik werden im Artikel 7 Schutzgebiete, welche als Gebiete für die Wasserversorgung, als Erholungs- und Badegewässer sowie als FFH (Fauna-Flora-Habitat)- und Vogelschutzgebiete ausgewiesen wurden, definiert (Europäische Union, 2000). Diese Schutzgebiete müssen ebenfalls bei der Erstellung der Risikokarten berücksichtigt werden (LAWA, 2010b).

Die LAWA gibt damit sehr deutlich vor, welche Informationen und Grundlagendaten aus welchen Quellen für die Erstellung der Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten herangezogen werden müssen, um die Vorgaben der Richtlinie bzw. des WHG adäquat erfüllen zu können. Grundsätzlich gilt, dass laut Hochwasserrisikorichtlinie (Artikel 10 der Richtlinie) der Öffentlichkeit der Zugang zu den einzelnen erstellten Karten zu ermöglichen ist, was auch in den Empfehlungen gleichermaßen festgehalten ist. Jedoch wird in den Empfehlungen der LAWA explizit darauf hingewiesen, dass gerade der Detailgrad zu berücksichtigen und bei der Veröffentlichung über das Internet auf eine Beschränkung des Maßstabs zu achten ist.



Einen ähnlichen Sachverhalt zeigen auch unterschiedliche Studien auf. Willis et al. (2009) zeigen z.B. anhand einer Studie, dass Nutzer von Kartenmaterial auf mobilen Endgeräten sehr schnell überfordert sind, insbesondere wenn sie gleichzeitig mehrere Aufgaben zu bewältigen haben. Aus diesem Grund sollen Inhalt und Darstellung so simpel wie nur möglich gehalten werden, was jedoch nur bedingt erfüllt werden kann, da die Inhalte von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten vorgegeben sind. Nichts desto trotz liegt es an der Umsetzung, Hintergrund und Information in einer übersichtlichen Form zusammen zu führen (vgl. Kapitel Graphische Semiologie).

Anwendungsfälle beschreiben alle möglichen Szenarien, die eintreten können, wenn ein spezifisches fachliches Ziel erreicht werden soll. Im konkreten Fall handelt es sich um Anwendungsfälle innerhalb einzelner definierter Nutzergruppen. Daraus resultieren für die einzelnen Nutzergruppen unterschiedliche Konsequenzen. Mit Hilfe des Abbildungsschemas nach Cockburn wird der Aufbau eines Anwendungsfalls schematisiert und muss für jeden Anwendungsfall entsprechend ausgearbeitet werden.

Abbildungsschema (Cockburn, 2003):

- Name des Anwendungsfalles
- Beschreibung
- Beteiligte Akteure  
Hierbei handelt es sich um beteiligte Personen oder Systeme, wie z.B. Organisationen
- Status
- Verwendete Anwendungsfälle  
Sollten andere Anwendungsfälle für diesen Anwendungsfall von Bedeutung sein, so muss dies festgehalten werden
- Auslöser  
Auslöser für den Anwendungsfall
- Vorbedingungen  
Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit der Anwendungsfall ausgeführt werden kann
- Invarianten
- Nachbedingungen  
Bedingungen, die erfüllt sein müssen, damit der Durchlauf des Anwendungsfalles erfolgreich war

- Standardablauf  
Darstellung des Standardprozedere des Anwendungsfalles.
- Alternative Ablaufschritte  
Abweichende Ablaufschritte zum Standardprozedere.
- Hinweise
- Version

Im Rahmen der Master Thesis würde eine derartige detaillierte Ausarbeitung von Anwendungsfällen den zeitlichen Rahmen sprengen, doch soll anhand des Abbildungsschemas und der Definition von Anwendungsfällen ein Hinweis darauf gegeben werden, welche Konsequenzen sich für die einzelnen Nutzergruppen ergeben können.

EXCIMAP bietet eine Aufstellung für die Anwendungsfälle von Hochwasserkarten. Es wird dabei zwischen 5 Anwendungsfällen unterschieden:

- Strategie und Planung
- Landnutzungsplanung
- Einsatzplanung und Management
- öffentliche Bewusstseinsbildung
- Versicherungen

Für jeden dieser Anwendungsfälle wird explizit angegeben, um welche potenziellen Anwender es sich handelt, welcher Maßstab empfehlenswert ist und welche Inhalte dargestellt werden sollten (Martini & Loat, 2007).

Level / scale	Use of flood maps	Readership / Complexity	Content of flood maps:	
			Essential parameters	Desirable parameters
Local 1:10,000 - 1:25,000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Developed at Local Scale (i.e., to provide local information)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Public</li> <li>• Professional advisors</li> <li>• Easy to read</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flood extent (for different probabilities) (and depth?), defended areas? Ignoring flood defences or assume a breach of defences</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historic flood event information (extents, depths, photographs) as point of reference</li> <li>• Flood depth, velocity, rate of onset, erosion and debris hazard, etc. as appropriate and where significant</li> </ul>

Abbildung 13: Beispiel für den Anwendungsfall „öffentliche Bewusstseinsbildung“ (Martini & Loat, 2007)

EXCIMAP hält fest, dass gerade für die öffentliche Bewusstseinsbildung Karten von nationaler oder überregionaler Darstellung kaum eine Bedeutung haben. Die Öffentlichkeit hat insbesondere Interesse am Hochwasserrisiko welches sie direkt

(persönlich) betrifft. Bedeutende Informationen sind die Ausdehnung eines Hochwasserereignisses sowie die dabei eintretenden Wassertiefen. Hochwasserschutzanlagen und die Simulation eines möglichen Versagens zählen ebenso noch zu den essentiellen Parametern. Bei den wünschenswerten Informationen handelt es sich um diverse Informationen zu historischen Hochwasserereignissen sowie weiterführende Informationen zu simulierten Hochwasserereignissen aufgrund der jeweils aktuellen Gegebenheiten (z.B. Fließgeschwindigkeiten, Erosion, etc.). In Hinblick auf die Empfehlungen der LAWA gibt auch EXCIMAP einen Hinweis zur Wahl des Maßstabs, um die Darstellung einer nicht vorhandenen Genauigkeit der Hochwasserkarten zu vermeiden.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich der Bedarf an Informationen für die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten in überschaubaren Grenzen bewegt, was sowohl die Analyse der Hochwasserrisikorichtlinie wie auch die Empfehlungen der LAWA belegen. Damit verbunden bieten auch die fertigen Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten einen begrenzten Informationsumfang. Dies wird insbesondere in Hinblick auf die jeweiligen Nutzergruppen relevant, da eine Hochwasserrisikokarte in der vorgestellten Form (vgl. Beispiel einer Hochwasserrisikokarte, Abbildung 3) für z.B. Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutz auf der einen Seite mit zu wenigen Informationen bietet, auf der anderen Seite jedoch auch irrelevante Daten darstellt (z.B. Schutzgebiete, Baudenkmäler, Flächennutzung).

Hochwassergefahrenkarten eignen sich primär, um für sämtliche Nutzergruppen als Grundinformation zu dienen. Für Personen aus der Nutzergruppe Laie enthalten die Hochwassergefahrenkarten bereits ausreichend Informationen, da für die individuellen Bedürfnisse alle relevanten Informationen von Überschwemmungsflächen bzw. Wassertiefen bis hin zu den Hochwasserschutzmaßnahmen dargestellt sind (vgl. Beispiel einer Hochwassergefahrenkarte, Abbildung 2).

## **Gestaltung**

Entsprechend den identifizierten Anwendungsfällen muss die Gestaltung der Karten erfolgen, um für jede Nutzergruppe eine optimale Nutzung des Kartenmaterials zu gewährleisten.

Neben den Anwendungsfällen und den essentiellen sowie wünschenswerten Inhalten definiert EXCIMAP auch die Gestaltung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten, wobei man sich hier hauptsächlich auf das Layout von Printkarten beschränkt. Als Kartentypen werden Hochwassergefahrenkarte, Überschwemmungsflächenkarte, Wassertiefenkarte, Fließgeschwindigkeits- und Hochwasserausbreitungskarte sowie weitere Typen wie z.B. Evakuierungskarten definiert. Es werden hier die allgemein bekannten Parameter genannt (Van Alphen, et al., 2007):

- Titel, kurze Beschreibung der Karte, inklusive Inhalt und Absicht
- Verantwortliche Behörde
- Datum
- Legende
- Methode der Entwicklung
- Beschränkungen der Karte, Unsicherheiten
- Rechtserklärung
- Orientierung
- Maßstab

Es wird des Weiteren darauf verwiesen, dass durch die Verwendung von Hintergrundkarten wie z.B. Luftbilder keine Verwirrung oder Verwechslung durch eine ähnliche Farbgebung entstehen sollte. Die Reduktion des Hintergrunds auf schwarz-weiß bzw. eine Grauskala ermöglicht oftmals ein besseres Abheben der Hintergrundinformation von der primären Information. Dies wird ebenso durch die Forschungsergebnisse der Experimentellen Graphischen Semiologie, welche im Rahmen des Projekts RISKCATCH durchgeführt wurde, bestätigt (CRUE ERA-NET, 2008a). Zusätzlich wird angemerkt, dass Personen auf eine bestimmte Farbgebung konditioniert sind. Während mit der Farbe Blau das Wasser verbunden wird (und in diesem Sinne auch empfohlen wird, durch Änderung der Helligkeitswerte eines Blautones die einzelnen Wassertiefenstufen darzustellen), stehen die Farben Rot und Grün für Gefahr bzw. Sicherheit. Die Farbabstufung sollte je nach Erfordernis und Klassifizierung in Abhängigkeit der Auswirkungen gewählt werden (Van Alphen, et al., 2007). Ein adäquates Vorgehen wurde auch im Projekt RISKCATCH in Hinblick auf die Klassifizierung der Wassertiefen gewählt. Es wurden hier einzelne realistische

Kriterien definiert, welche im Hochwassereintrittsfall geltend gemacht werden müssen und für die Betroffenen eine Rolle spielen können (vgl. Abbildung 21).

Neben den Inhalten, welche durch die Empfehlungen der LAWA sehr detailliert quantifiziert werden, werden auch weitreichende Empfehlungen zur Maßstabswahl, Farbgebung, Symbolwahl und Klassenbildung gegeben. Da in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser insbesondere Mitglieder von Behörden vertreten sind - sprich diejenigen, welche für die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten letztendlich verantwortlich und zuständig sind – ist der Bedeutung der Empfehlungen der LAWA ein entsprechend hoher Stellenwert einzuräumen. Insbesondere gilt dies auch deswegen, weil eine bundeseinheitliche Darstellung der Informationen in den Karten für eine bundesländerüberschreitende Vergleichbarkeit einen bedeutenden Gewinn darstellt. Für die Datenverarbeitung und den Kartenaufbau werden sowohl für Printkarten als auch für die Darstellung über webbasierte Informationssysteme entsprechende Empfehlungen gegeben.

In Hinblick auf die Möglichkeit der starken Vergrößerung bei webbasierten Systemen und einer damit vorgetäuschten, falschen Genauigkeit sollte der Vergrößerungsmaßstab auf einen Maximalwert begrenzt werden, um diesen Eindruck zu entgehen. In den Empfehlungen der LAWA wird ein Maßstab von 1:2.500 bis 1:10.000 für die Gefahrenkarte empfohlen (LAWA, 2010b). EXCIMAP gibt die Empfehlung zur Verwendung eines Maßstabes von 1:10.000 bis 1:25.000 beim Anwendungsfall „öffentliche Bewusstseinsbildung“.

Der nachfolgende Vergleich soll zeigen, welche Informationen bei unterschiedlicher Maßstabswahl noch darstellbar bzw. voneinander differenzierbar sind. Es handelt sich bei dem Beispiel um die Darstellung eines Luftbildes, welches mit dem digitalen Kataster und der Ausdehnung des Hochwassers von 2002 am Pesenbach überlagert wurde (Maßstab 1:10.000).

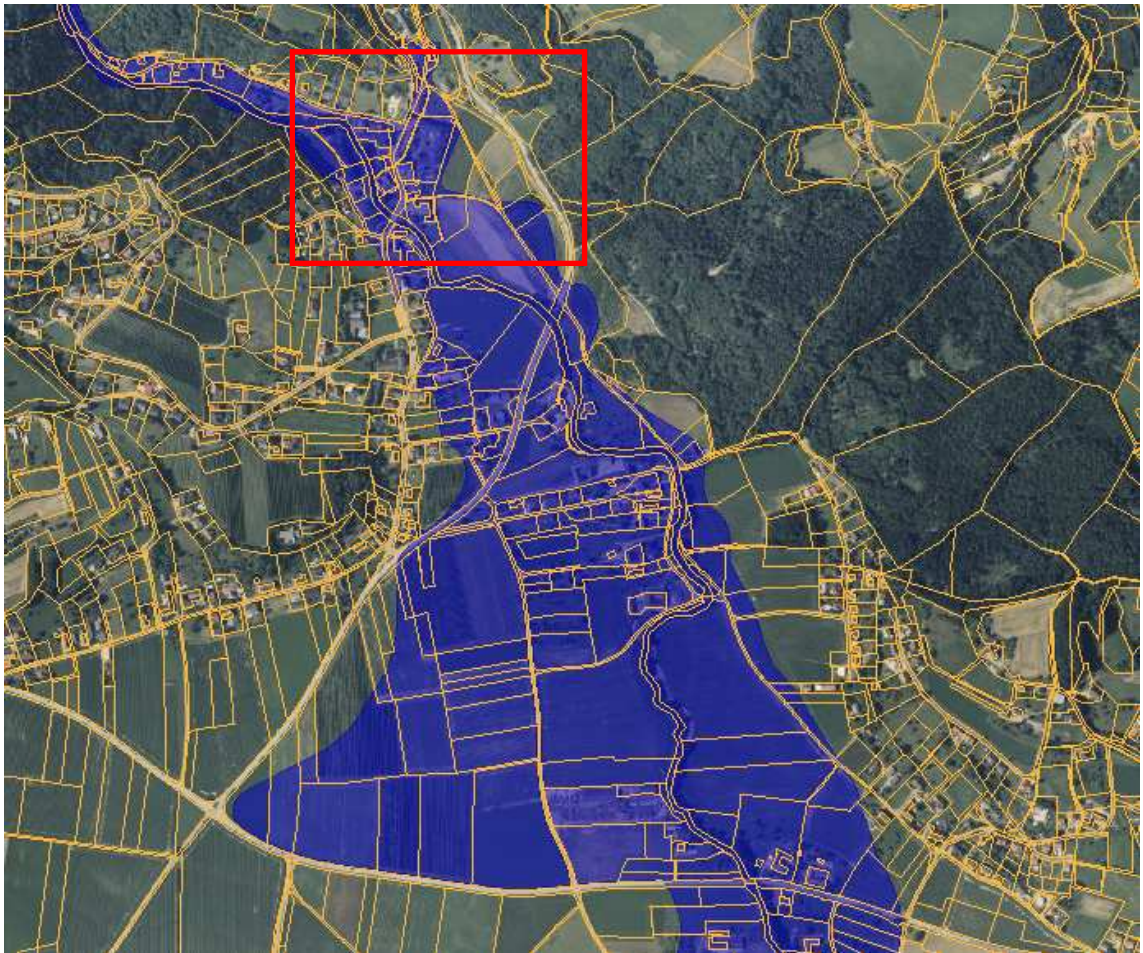


Abbildung 14: Überschwemmungsfläche des Pesenbaches beim Auguthochwasser 2002, Ortschaft Bad Mühlacken, Maßstab 1:10.000 (Amt der OÖ Landesregierung, 2010)

Die Abbildung zeigt, dass bereits bei einer einfachen Darstellung der Überschwemmungsfläche eine Beurteilung für einzelne Grundstücksflächen sehr schwierig ist. Bei der Darstellung von Wassertiefen, Fließgeschwindigkeit o.ä. wird eine Bewertung für ein einzelnes Grundstück wohl kaum mehr möglich sein. Damit wäre auch den Bedenken der LAWA Rechnung getragen, den Maßstab bei der Veröffentlichung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten zu beschränken. Im Vergleich dazu zeigt die nächste Abbildung einen Ausschnitt des Areal im Maßstab 1:2.500 (gewählter Ausschnitt ist in Abbildung 14 mit einem roten Rechteck markiert).

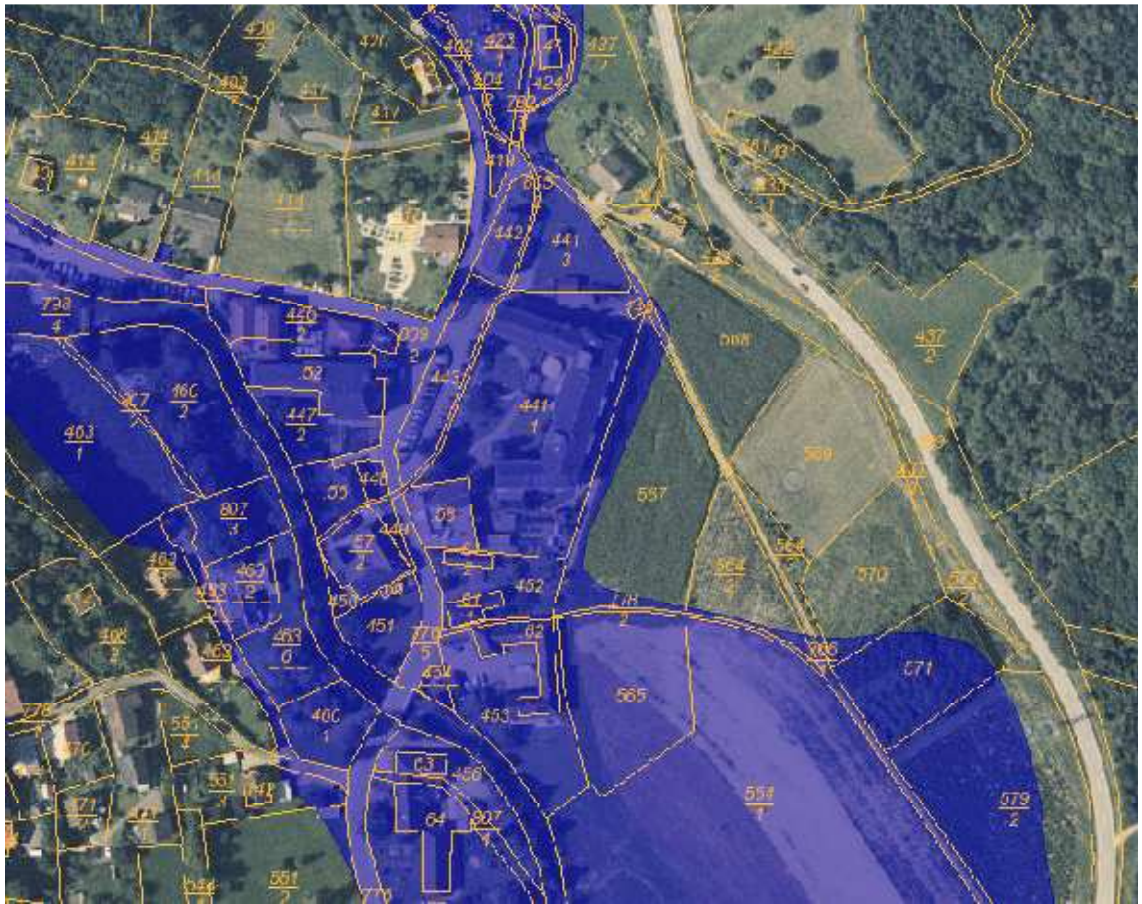


Abbildung 15: Überschwemmungsfläche des Pesenbaches beim Augusthochwasser 2002, Ortschaft Bad Mühlacken, Maßstab 1:2.500 (Amt der OÖ Landesregierung, 2010)

Bei einer Darstellung der Inhalte bis zu einem Maßstab von 1:2.500 lässt sich feststellen, dass auch die Ausdehnung von Hochwasserereignissen auf einzelnen Grundstücken gut erkennbar ist. Ein ähnlicher Maßstabsbereich war bereits im Leitfaden des MUNLV aus dem Jahr 2003 angegeben. Als Wahl des Maßstabes für Siedlungsbereiche wurde ein Maßstab von  $> 1:5.000$  empfohlen, in Ausnahmefällen auch bis zu einem Maßstab von 1:10.000.

Im Leitfaden des MUNLV wurden bereits Empfehlungen zur Farbabstufung bei der Darstellung von Überschwemmungsflächen gegeben. Dabei wurde eine unterschiedliche Farbwahl, je nach Eintrittswahrscheinlichkeit eines Hochwasserereignisses, empfohlen.

Abstufung der Wassertiefe	Ereignis (siehe Abschnitt 1.2)			Pot. ÜSG
	< HQ ₁₀₀	HQ ₁₀₀	EHQ	
0 – 50 cm				
51 – 100 cm				
101 – 200 cm				
201 – 300 cm				
301 – 400 cm				
> 400 cm				

Abbildung 16: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung nach MUNLV (MUNLV, 2003)

Wie im Atlas of Flood Maps festgestellt wurde, verbinden Menschen die Farbe Blau mit Wasser (Van Alphen, et al., 2007). Eine Darstellung von Überschwemmungsflächen unterschiedlicher Jährlichkeiten stellt gerade für eine intuitive Nutzung von Karten als problematisch dar, insbesondere wenn die Nutzung durch Laien erfolgt. Gerade die Zuordnung der Farbe Grün, welche im Allgemeinen mit „Sicherheit“ assoziiert wird, im gegebenen Fall aber für Hochwasser mit einer Wiederkehrwahrscheinlichkeit von kleiner 100 Jahren verwendet wird, ist in keinem Fall dem eigentlichen Risiko, welches durch ein solches Hochwasser vorhanden ist, zuträglich. Die Farbe Rot wird sehr wohl mit „Gefahr“ assoziiert, jedoch handelt es sich noch immer um das Element Wasser. Des Weiteren muss festgehalten werden, dass die Abstufung der Helligkeit in einem für das menschliche Auge zu geringem Maße durchgeführt wurde, da die einzelnen Abstufungen kaum voneinander zu differenzieren sind. Dies gilt insbesondere, wenn die Legende nicht direkt für spezifische Orte abgerufen werden kann sondern nur am Rand oder als eigener Link dargestellt wird.

In den Empfehlungen der LAWA werden die konkreten Empfehlungen des MUNLV zur Verwendung von Farben und Farbabstufungen wie auch zur Festlegung der Klassengrenzen, z.B. bei der Wassertiefenabstufung aufgegriffen und modifiziert. Es werden keine unterschiedlichen Farben für diverse Hochwassereintrittswahrscheinlichkeiten vergeben, jedoch wird eine Differenzierung von Gebieten ohne technischen Hochwasserschutz und geschützten Gebieten vorgenommen. Die Unterscheidung der Gebiete ist auf die unterschiedliche Behandlung von Flächen vor und hinter Schutzanlagen im Sinne des Wasserrechts zurückzuführen (LAWA, 2010b).



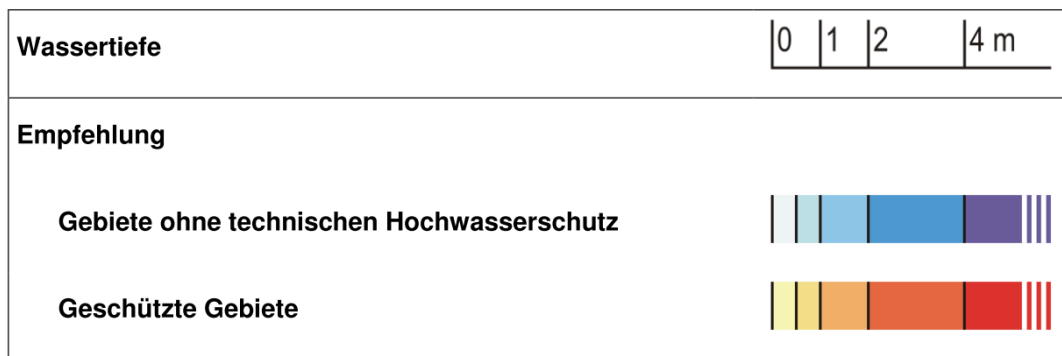


Abbildung 17: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung nach LAWA (LAWA, 2010b)

Neben der Wassertiefe werden auch Vorgaben für die Darstellung von Fließgeschwindigkeiten getroffen. Es wird eine Einteilung in 3 Klassen empfohlen.

< = 0,2 Meter/Sekunde	Wird nicht dargestellt
> 0,2 bis 0,5 Meter/Sekunde	
> 0,5 bis 2 Meter/Sekunde	
> 2 Meter/Sekunde	

Abbildung 18: Darstellungsform und Farben für Fließgeschwindigkeiten (LAWA, 2010b)

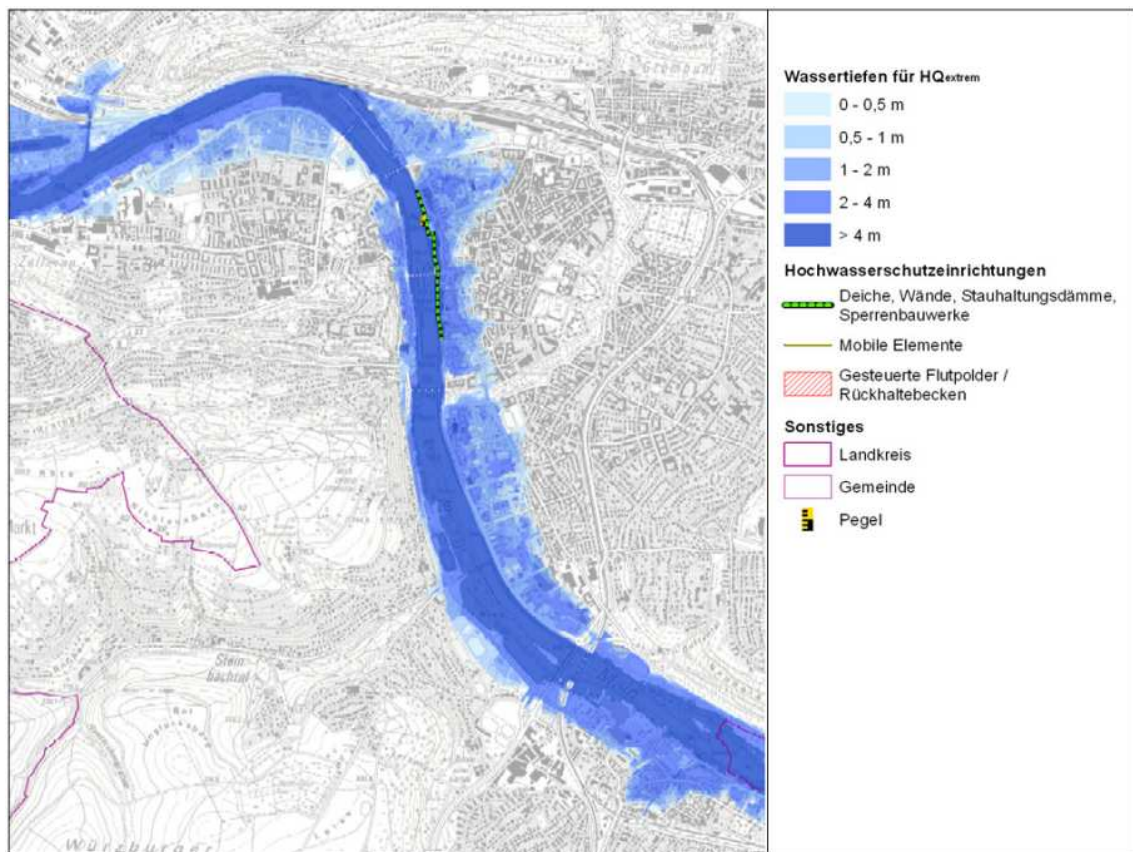


Abbildung 19: Beispiel für eine Hochwassergefahrenkarte (Ausschnitt) unter Verwendung der empfohlenen Legende nach LAWA (LAWA, 2010b)

Die einzelnen Farbwerte werden im Rahmen der Empfehlungen der LAWA im Anhang anhand von RGB-Werten bzw. CMYK-Werten detailliert angegeben, um eine bundesländerübergreifende, einheitliche Farbgebung sicherzustellen und eine Wiedererkennung wie Vergleichbarkeit zu erreichen. Dies ist insbesondere deswegen anzumerken, da die Richtlinie der Europäischen Union diesbezüglich keine Vorgaben gibt und die im Rahmen von EXCIMAP gesammelten Kartenexemplare sehr deutlich aufzeigen, dass jedes Land eine andere Form der Aufbereitung, Darstellung und Umsetzung verfolgt (Van Alphen, et al., 2007). Es kann kurzerhand festgestellt werden, dass bei der Umsetzung der Hochwasserrisikorientlinie in derzeit 27 Europäischen Mitgliedsländern auch 27 unterschiedliche Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten entstehen werden.

Für die Umsetzung von Hochwasserrisikokarten sind weitere Inhalte entsprechend den Vorgaben der Hochwasserrisikorientlinie bzw. auch den Empfehlungen der LAWA darzustellen. Die LAWA gibt auch hier für die verbleibenden, darzustellenden Informationen Empfehlungen zur Farbgebung und Symbolwahl, welche beispielhaft an der Abbildung einer exemplarischen Hochwasserrisikokarte präsentiert werden sollen.

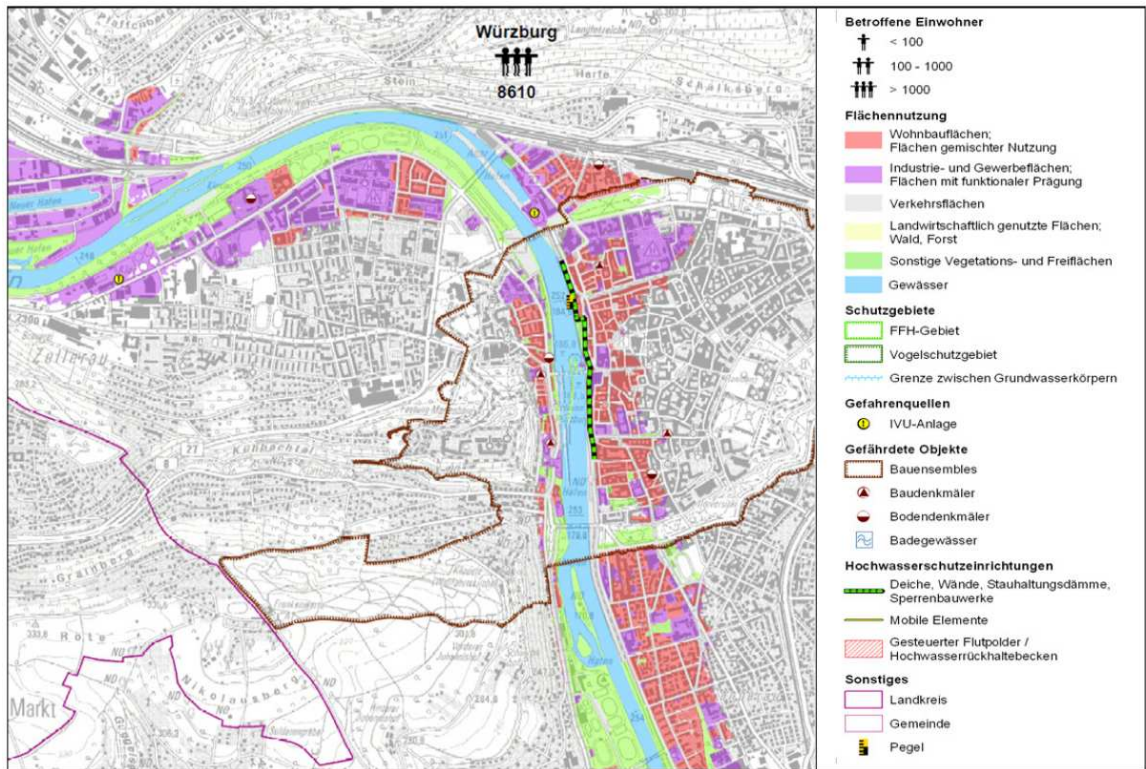


Abbildung 20: Beispiel für eine Hochwasserrisikokarte (Ausschnitt) unter Verwendung der empfohlenen Legende nach LAWA (LAWA, 2010b)

Das Projekt RISKATCH verfolgte bei der Umsetzung von Farbgebung und Klassifizierung einen sehr praktisch orientierten Ansatz. Insbesondere der Klassenbildung wurde verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt und an realistischen Gegebenheiten orientiert. Die nachfolgende Abbildung soll die Einteilung sowie den Grund für die jeweilige Klassenwahl aufzeigen.







LAWA	Erforderlich	
00 - 50 cm	 0-10 cm	Wassereintritt in den Keller
	 10-50 cm	Wassereintritt ins Erdgeschoß, Wattiefe von geländegängigen Fahrzeugen
50 - 100 cm	 50-80 cm	Wattiefe von LKW's, Wattiefe von Fußgängern (ab 90 cm Schwimmen)
	 80-120 cm	Wattiefe von geländegängigen LKW's
100 - 200 cm	 120-250cm	großer Schaden im Erdgeschoß
200 - 400 cm	 >250cm	Wassereintritt im Obergeschoß
>400 cm		

Abbildung 21: Empfehlung für die Klassenbildung und Farbgebung Projekt RISKATCH (CRUE ERANET, 2008a)

Im Vergleich zu den Empfehlungen der LAW A besitzt die Einteilung der Wassertiefen des RISKATCH-Projekts 6 anstatt der 5 Klassen, jedoch stellt dies in Anbetracht der Tatsache, dass nach kartographischen Kenntnissen eine Differenzierung von bis zu 7 Helligkeitswerten möglich ist, kein Problem für eine Umsetzung dar. Des Weiteren wird nicht zwischen Gebieten ohne technischen Hochwasserschutz und Gebieten mit Hochwasserschutz differenziert. Insbesondere in Hinblick auf eine Aufbereitung der Daten zur Darstellung mittels Web GIS o.ä. sind hier Probleme in der Darstellung bzw. beim Verständnis zu erwarten. Gerade bei Personen, welche mit dem Leitfaden nicht vertraut sind, würde der Wechsel der Farbe bei der Darstellung der Wassertiefe Verwirrung hervorrufen.

Im Rahmen der Master Thesis wird auf die Darstellungsform des Projekts RISKATCH zurückgegriffen, insbesondere aus Gründen der Verfügbarkeit von Daten. Es muss derzeit bereits bei der Extraktion der Berechnungsergebnisse aus dem hydraulischen Modell entschieden werden, welche Klassenbildung gewählt wird. Da im Rahmen der Arbeit kein Einfluss auf die Auswertung der Daten genommen werden kann, wird zwangsweise die Darstellung aus dem Projekt verwendet. Die Sinnhaftigkeit der Auswertung ist sehr wohl gegeben und gerechtfertigt, jedoch muss die Umsetzbarkeit durch die Bedeutung und den Einfluss der LAW A diskutiert werden.

# Werkzeuge

Um Kartenmaterial vom Ort der Datenspeicherung bis zum Endnutzer zu transportieren, sind unterschiedliche Werkzeuge erforderlich.

Im Bereich der Infrastruktur werden mögliche Systeme kurz angeführt und deren Vor- sowie Nachteile diskutiert. Jedoch wird im Rahmen der Master Thesis das Hauptaugenmerk auf ein einfach zu handhabendes wie auch für jedermann zugängliches System gelegt, um den Umsetzungsaufwand in Grenzen zu halten und insbesondere die Reproduzierbarkeit zu erhöhen. Wie bereits erläutert benötigen die meisten webbasierten GI-Systeme detailliertes, fachspezifisches Wissen sowie umfangreiche Hard- und Software, um ein solches System überhaupt umsetzen zu können.

Heutzutage sind unzählige Technologien vorhanden, welche genutzt werden können, um erforderliche Infrastruktur zu bilden. Der Bereich der webbasierten geographischen Informationssysteme genießt vermehrt Aufmerksamkeit und findet bereits einen großen Anwender und Nutzerkreis. Die Firma Google Inc. hat es mit seinem System Google Maps vorgezeigt, wie performant Kartenmaterial von einem Hostsystem an entsprechende Empfänger transportiert werden kann. Eine solche Performance kann insbesondere nur durch entsprechende Serverkapazitäten erreicht werden, was sich insbesondere im Vergleich zu webbasierten GI-Systemen von Bundesländern zeigt. Die dort vorgehaltenen Lösungen, basierend auf Serversystemen wie z.B. ArcGIS Server (proprietärer Kartenserver der Firma ESRI) oder UMN Mapserver weisen im Vergleich zu Google Maps eine sehr eingeschränkte Performance auf.

Gekoppelt an die unterschiedlichen Systeme ist die Komplexität und Bedienbarkeit der Software, welche im Hintergrund läuft. Während für das Aufsetzen eines Kartenservers mit entsprechendem Web-Framework ein bedeutendes Know-how wie auch eine entsprechende Hardwareinfrastruktur erforderlich ist, lassen sich mit Hilfe von Google Maps auf vergleichsweise einfache Art und Weise Karten integrieren und verbreiten. Dies gilt insbesondere dann, wenn keine komplexe Datenstruktur vorhanden ist, welche über das Internet kommuniziert werden muss.

Die nachfolgende Abbildung soll schematisch die einzelnen erforderlichen Komponenten der Infrastruktur aufzeigen, welche zur Aufbereitung, Speicherung, Verteilung und Abruf von Karteninformation erforderlich sind. In den nächsten

Kapiteln werden die einzelnen Komponenten detailliert definiert und mögliche Umsetzungsvarianten diskutiert.

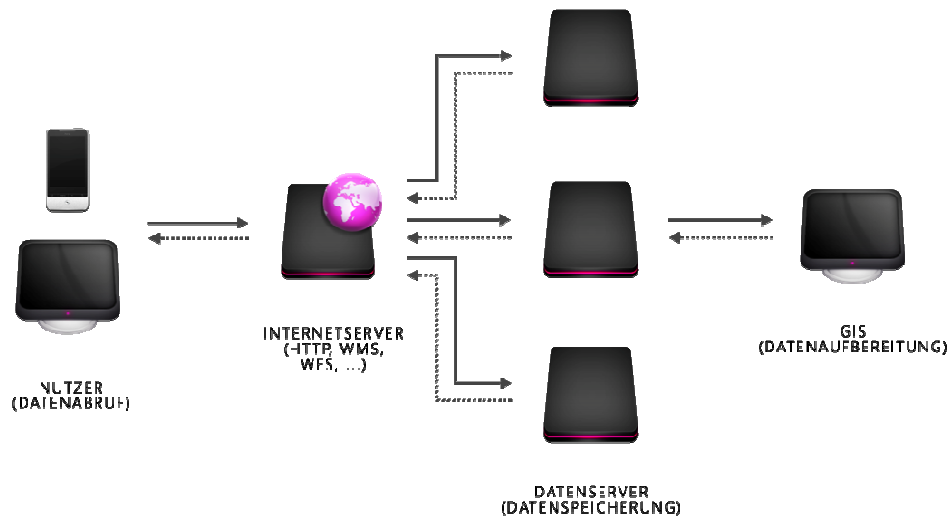


Abbildung 22: Schematische Darstellung der Infrastruktur (eigene Abbildung)

## *Aufbereitung, Speicherung und Verteilung*

Mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) können die Daten für die erforderlichen Zwecke überprüft, angepasst und modifiziert werden. Für das eigentliche Ziel – Aufbereiten der Basisdaten für die Darstellung in einer Karte – ist jegliches Geoinformationssystem ausreichend. Die Software muss lediglich die Möglichkeit offerieren, Legendendefinitionen zu erstellen, Einträge innerhalb einzelner Datensätze zu editieren sowie Metadaten verändern zu können. Des Weiteren sollten die Daten in unterschiedlichen Formaten bzw. in Datenbanksystem gespeichert werden können (je nach Anforderung), da abhängig vom umzusetzenden System eine andere Form der Datenspeicherung erforderlich ist. Weitere Ausführungen zur Datenspeicherung und der Verteilung werden auf den nachfolgenden Seiten präsentiert.

Die gängigste Methode zur Verteilung von Karten ist der Aufbau eines Servers, auf dem ein spezieller Web Service läuft, um Kartenmaterial im Internet zu hosten. Bei einem dieser Dienste handelt es sich um den sogenannten WMS (Web Map Service), welcher durch das Open Geospatial Consortium (OGC) definiert wurde, um allgemein gültige Parameter zu benennen, die erforderlich sind, um bei einer Anfrage eine entsprechende Karte zu erzeugen (Open Geospatial Consortium, 2010).

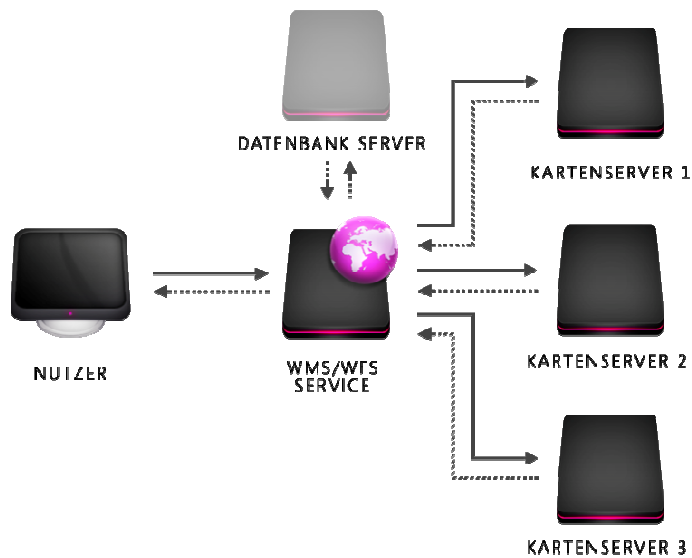


Abbildung 23: WMS/WFS Schema (eigene Abbildung)

Die Abfrage kann unter anderem mittels Webbrowser erfolgen, wobei der WMS sowohl Raster- als auch Vektordaten visualisieren und als einfache Rastergraphik übermitteln kann. Ein Web Map Service kann darüber hinaus genutzt werden, um die zur Verfügung gestellten Daten in eine eigene Karte mit einzubinden. Dies funktioniert sowohl bei einem Geographischen Informationssystem wie z.B. ArcGIS oder Quantum GIS, wie auch in einem System unterschiedlicher GIS-Dienste. Darüber hinaus kann ein Web Feature Service (WFS) genutzt werden, um Merkmale von Vektordaten zu übertragen. WMS und WFS werden sehr oft in Kombination genutzt, um Karten im Internet zu verteilen (Open Geospatial Consortium, 2010).

Einer der bekanntesten WMS/WFS Server ist der UMN MapServer, welcher unter der Open Source Lizenz entwickelt und verbreitet wurde (MapServer, 2010). Darüber hinaus gibt es noch weitere Open Source Projekte, welche Software zum Aufsetzen eines entsprechenden Serversystems mit unterschiedlichen Schnittstellen entwickeln. Dazu zählen z.B. GeoServer, deegree, usw. Natürlich bieten sämtliche Unternehmen, welche im Bereich der Geoinformatik Softwareprodukte verkaufen, auch entsprechende Serversysteme an (z.B. ESRI ArcGIS Server). Da diese jedoch lizenzpflichtig sind und im Rahmen der Master Thesis keine entsprechenden Lizenzen zur Verfügung stehen, werden proprietäre Systeme nicht weiter betrachtet.

Es muss aus eigener Erfahrung festgehalten werden, dass die Installation und Konfiguration eines WMS/WFS Systems ein komplexes und sehr zeitaufwändiges Unterfangen ist und im Rahmen der Master Thesis davon Abstand genommen wird.

Dieses Vorgehen kann durch 2 Begründungen belegt werden: Auf der einen Seite steht kein entsprechendes System zur Verfügung, welches für eine schnelle und einfache Einbindung der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten genutzt werden könnte. Auf der anderen Seite sind selbst die Serverkapazitäten einer Hochschule sehr beschränkt, wodurch kein flüssiges und schnelles Navigieren möglich wäre.

Neben dem Einrichten des Servers ist auch noch das Erstellen eines entsprechenden Front-End erforderlich. Das bedeutet, dass mit Hilfe einer Software eine Oberfläche zum Anzeigen, Navigieren, Abfragen und Bearbeiten des Kartendienstes bereit gestellt werden muss, da ansonsten der Abruf von Karten bzw. Kartenausschnitten manuell erfolgen müsste. Zum Beispiel entwickelt das Mapbender Projekt mit Mapbender eine Software, welche genau diese Anforderungen erfüllt (Mapbender, 2010).

Webbasierte Geoinformationssysteme gibt es mittlerweile reichlich mit unterschiedlichen Oberflächen, Benutzerkonzepten und Inhalten. In Österreich besitzt jedes Bundesland ein eigenes Rauminformationssystem, mit dessen Hilfe man Informationen zu unterschiedlichen Themen wie z.B. Kataster, Straßen, Baustellen, Freizeit, etc. erhalten kann (Geoland, 2010a). In Bayern werden unter dem Synonym „Geodateninfrastruktur Bayern“ sämtliche technischen, organisatorischen sowie administrativen Grundlagen für die Nutzung von Geodaten und Geodatendiensten zusammengefasst (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2010a).

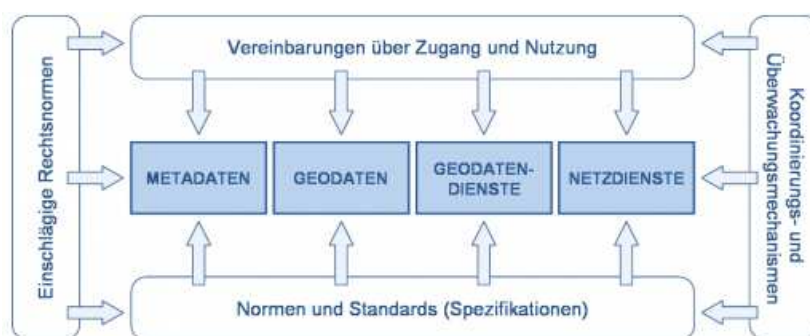


Abbildung 24: Organisation der Geodateninfrastruktur Bayern (Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2010b)

Dabei stehen unter den Synonymen BayernViewer (Landkarte, Luftbild, historische Karten), VBORIS (Bodenrichtwerte), SISBY (Gewerbstandorte), RISBY (Rauminformationen) und Geodaten Online die unterschiedlichen Kartendienste in Form von unterschiedlichen Kartenviewern den Nutzern zur Verfügung. Daneben gibt es noch unzählige weitere Plattformen mit Informationen, wie z.B. den



Informationsdienst überschwemmungsgefährdete Gebiete (IÜG) (siehe Kapitel Rechtliche Umsetzung) oder den Informationsdienst Alpine Naturgefahren (IAN) (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010e).

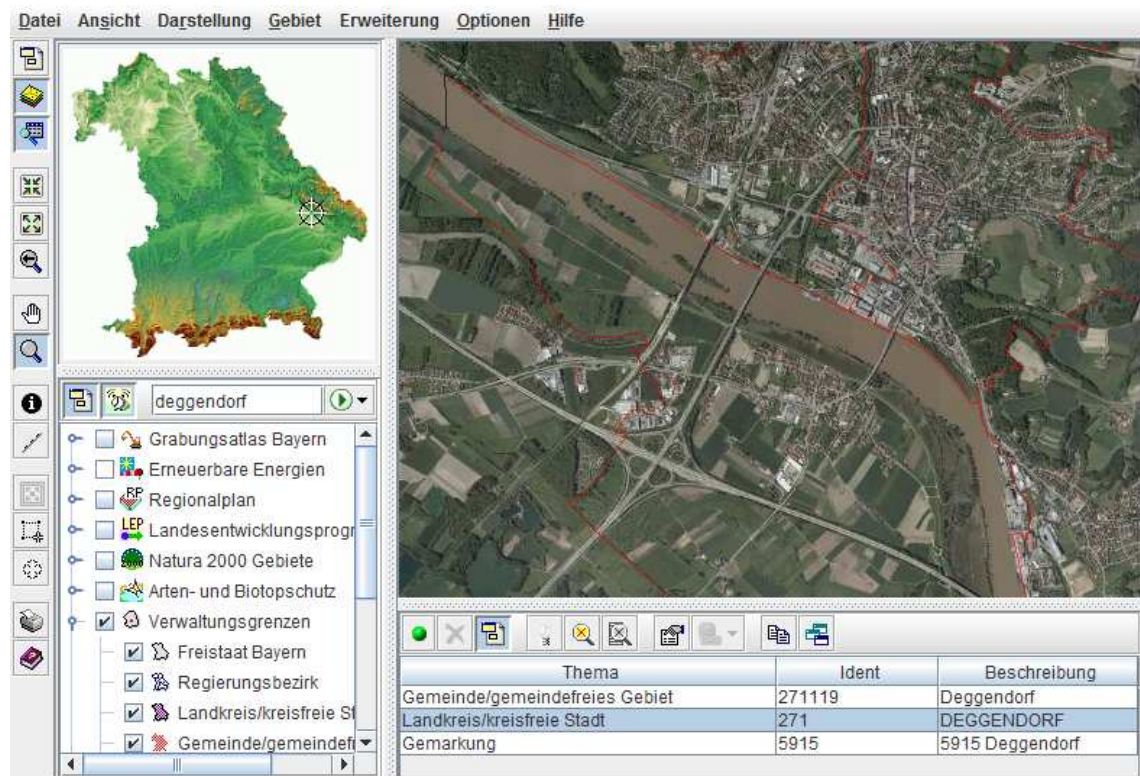


Abbildung 25: Exemplarische Abbildung des Rauminformationssystems (RISBY) (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2010)

Neben Informationssystemen auf Bundesländerebene existieren darüber hinaus Systeme auf nationaler wie auch internationaler Ebene. Diese Informationssysteme resultieren oftmals aus unterschiedlichen Forschungsprojekten oder Initiativen, wie z.B. der CEDIM Risk Explorer Germany, bei welchem es sich um die Plattform zur Präsentation der Ergebnisse der Risikokarte Deutschland handelt. Dem Nutzer wird hier die Möglichkeit eröffnet, Risikoinformationen zu den Themen Erdbeben, Hochwasser, Sturm, etc. abzurufen (CEDIM, 2010a). Jedoch handelt es sich hier um eine unfertige Plattform mit sehr beschränkten Informationen zu den einzelnen Themen (siehe beispielhaft anhand der nachfolgenden Abbildung).

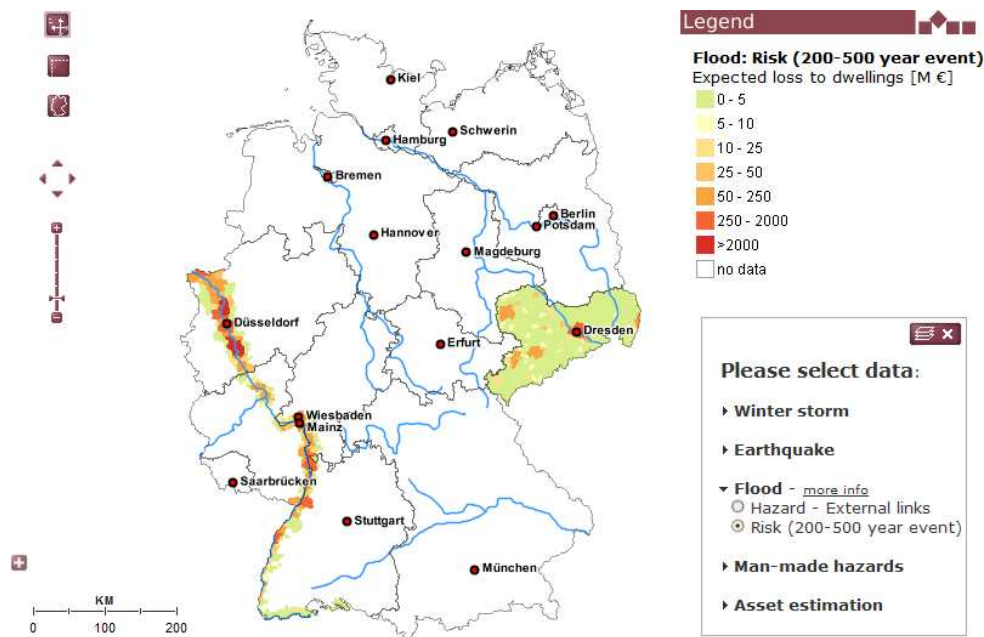


Abbildung 26: Beispielhafte Abbildung des CEDIM Risk Explorer Germany, Hochwasserrisiko Deutschland (CEDIM, 2010b)

Die dargestellten Beispiele sollen ein Problem der webbasierten Informationsverteilung aufzeigen. Es werden die technischen Möglichkeiten der Umsetzung von Informationsverbreitung genutzt, jedoch verteilen sich die Informationen auf unzählige, mit unterschiedlichsten Oberflächen versehenen sowie teilweise komplett unterschiedlich zu bedienenden Kartenviewern. Das Beispiel des CEDIM Risk Explorer zeigt auf, dass es sich hierbei oftmals um sehr begrenztes Informationsmaterial (thematisch wie auch geographisch) handelt, welches wohl auch nicht sehr lange gepflegt und aktualisiert wird, wenn es sich nicht unter der Obhut einer Behörde oder einer ähnlichen Einrichtung befindet, die gesammelte Daten auch entsprechend pflegt und gegebenenfalls aktualisiert.

Eine alternative Variante stellt die Verbreitung von Kartematerial mithilfe eines bereits vorhandenen Kartendienstes dar, wo lediglich die Daten, welche später als Layer in die Karte eingefügt werden, auf einem über das Internet zugänglichen Server verfügbar gemacht oder auf einen Server des Anbieters geladen werden müssen. Das bedeutet, dass die Kartengrundlage (Kartenhintergrund) bereits vorhanden ist (z.B. als Luftbild oder Gelände). Primäre Daten werden durch ein entsprechendes Skript eingebunden und als Layer in der finalen Karte, die an den Nutzer ausgeliefert wird, dargestellt. Unterschiedliche Kartendienste bieten dies bereits an, wie z.B. das Unternehmen Google Inc., welches eines der am besten ausgebauten Servernetze überhaupt hat, was

in weiterer Folge dem Abrufen und Darstellen der Karte sehr förderlich ist und sich im Vergleich zu alternativen Kartendiensten auch deutlich bemerkbar macht. Die Daten werden dabei z.B. als kml- oder kmz-Datei gespeichert.

## *Übertragungstechnologie*

Bei der Übertragungstechnologie zwischen einem mobilen Endgerät und dem Internet ist nur der Einsatz von drahtlosen Übertragungstechnologien möglich, wobei derzeit 3 Technologien realistisch sind und eine davon am Weitesten verbreitet ist. Auf der einen Seite existiert die Satellitenkommunikation, welche zwar weltweit funktioniert, jedoch durch teure und unhandliche Hardware sowie hohe Gesprächskosten für eine breite Anwendung zu teuer ist. Daneben gibt es die auf dem Mobilfunk basierende Übertragungstechnologie. Als heutiger Mobilfunkstandard ist Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) zu nennen (Mobilfunkstandard der 3. Generation), mit dem hohe Datenübertragungsraten (max. 384kbit/s; bis zu 14,4Mbit/s bei HSDPA) erreicht werden können und damit auch die Übertragung von größeren Datenmengen, unter die auch Kartenmaterial zu zählen ist, ermöglicht wird. UMTS hat den Mobilfunkstandard der 2. Generation GSM abgelöst (Datenübertragungsrate von 55kbit/s, bis zu 220kbit/s bei EDGE). Eine entsprechende Verfügbarkeit des Mobilfunknetzes, Serverkapazitäten und Aufbereitung der Datenspeicherung wird vorausgesetzt (Brunner & Saleh, 2006). Derzeit wird am Mobilfunkstandard der 4. Generation (LTE) gearbeitet. Für eine entsprechende praktische Anwendung fehlen jedoch noch die Endgeräte, womit eine Betrachtung dieser Technologie außen vor gelassen wird. Darüber hinaus besteht noch die Möglichkeit, mittels Wireless LAN auf Inhalte aus dem Internet zuzugreifen, jedoch ist die Verfügbarkeit offener WLAN-Netze sehr unterschiedlich und gerade im ländlichen Bereich nicht bis sehr gering vorhanden.

Heute verkaufte mobile Endgeräte setzen auf UMTS, womit auch Smartphones diesen Standard nutzen, um eine Verbindung mit dem Internet herzustellen. Da wie beschrieben keine weiteren bedeutenden Alternativen vorhanden sind, ist nur die Verwendung des Mobilfunkstandards der 3. Generation – UMTS oder HSDPA – relevant.

## *Informationsabruf*

Der Informationsabruf kann grundsätzlich mit jedem Gerät vonstattengehen, welches Zugang zum Internet hat und einen Browser oder eine entsprechende Applikation besitzt. Im Fall der Master Thesis handelt es sich um die spezifische Kategorie der Smartphones, mit dessen Hilfe im praktischen Teil die Umsetzung durchgeführt und überprüft wird.

Während die stationäre Kartennutzung auf einem örtlich unveränderbaren Computer stattfindet, so bedient sich die mobile Kartennutzung bestimmter Endgeräte, welche durch ihre Hardwaremerkmale so ausgestattet sind, dass eine mobile Nutzung ermöglicht wird. Für gewöhnlich wird dabei das Endgerät vom Nutzer ständig mitgenommen. Die größten Nachteile in der Nutzung von Karten auf mobilen Endgeräten liegen in der eingeschränkten Größe der Displays, der beschränkten Bandbreite bei der Internetverbindung, eine kurze Akkulaufzeit und eine geringere Leistungsfähigkeit Seitens der Hardware.

Smartphones bilden im Bereich Mobilität und Darstellungsmöglichkeit einen guten Kompromiss zwischen klassischen Mobiltelefonen und Notebooks. Die Displays weisen eine mittlerweile gute Auflösung auf, um auch komplexere Inhalte detailliert darstellen zu können (bis zu 480x854 Pixel bei WVGA).

Im Rahmen dieser Master Thesis soll nun geprüft werden, ob sich Smartphones hard- und softwareseitig für das Abrufen und Darstellen von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten eignen, welche Technologien im Speziellen dafür eingesetzt werden müssen und in welchen Bereichen eine Erweiterung des Spektrums an Technologien erforderlich ist. Es wird in diesem Rahmen auch geprüft, ob eine Reduktion oder Vereinfachung von Inhalten notwendig ist.

Grundsätzlich lassen sich webbasierte Informationen unabhängig vom Betriebssystem durch die Nutzung eines Internetbrowsers darstellen. Websites müssen jedoch für eine mobile Nutzung optimiert sein, was sowohl diverse Fragebögen zur mobilen Nutzung von Websites wie auch die Entwicklung von Evaluationstools und Online-Diensten für den Website Check für mobile Nutzung zeigen. Grundsätzlich gilt, dass vom jeweiligen Hersteller des Betriebssystems auch ein entsprechender Internetbrowser installiert ist, jedoch sind darüber hinaus noch weitere Alternativen wie z.B. Opera Mini oder Opera Mobile verfügbar.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Erstellung von eigenen Applikationen. Applikationen ermöglichen in den meisten Fällen eine besser Einbindung in das Betriebssystem und eine vereinfachte Handhabung des Inhalts einer Website. Dies wird insbesondere durch bereits verfügbare Applikation für das iPhone OS oder Smartphones, welche das Android Betriebssystem nutzen, aufgezeigt. Es besteht zwar ein Zusatzaufwand durch das Programmieren und das Anpassen der Applikation, allerdings ermöglicht diese auch ein verbessertes Abrufen von Informationen und Navigieren durch die Karte, da Funktionen optimiert in die Applikation integriert sind (siehe Kapitel Kartendarstellung auf Smartphones).

Abhängig von den Zielen der Master Thesis muss das Smartphone bestimmte Mindestanforderungen erfüllen:

- Zugang zum Internet (verfügbare Technologien wie GSM, EDGE, UMTS, LTE, wobei ein Zugang per UMTS oder höher empfehlenswert ist)
- Browser oder Applikation zum Abruf des Kartenmaterials

Darüber hinaus ist es von Vorteil, wenn das Smartphone noch weitere, nachfolgend dargestellte Möglichkeiten bietet:

- Informationsabfrage (z.B. Risikostufe mit Erklärung bzw. Legende)
- Intuitive Nutzerführung und Funktionsweise (Reduzierung der Informationsdichte)

Weitere Anforderung an das Smartphone könnten eine automatische Standortbestimmung oder die Darstellung von Karteninformationen mit Hilfe der Augmented Reality (Erweiterte Realität) sein.

- integriertes GPS-Modul (zur Positionsbestimmung, Routing)
- Integrierter Kompass
- Kamera
- Software zur Überlagerung von Kamerabild mit Kartenmaterial (z.B. Browser wie Layar, Wikitude, Acrossair)

Aktuelle Smartphones erfüllen prinzipiell sämtliche der oben genannten Punkte, wie eine Marktrecherche ergab. Lediglich GPS und ein integrierter Kompass sind bei Einsteigergeräten oftmals nicht Teil der Ausstattung.

## *Kartendarstellung auf Smartphones*

Durch die Entwicklungen der Mobilfunktechnik, der Verbreitung des mobilen Internets und der damit verbundenen Möglichkeit, Inhalte aus dem Internet auf mobilen Endgeräten darstellen zu können, rückt auch der Markt der standortbasierten Informationen in den Vordergrund.

Grundsätzlich gibt es bei Karten auf mobilen Endgeräten 2 Anwendungsfälle. Im ersten Anwendungsfall handelt es sich um eine Kombination von stationärer und mobiler Nutzung. Bei der stationären Nutzung wird die Planung durchgeführt (z.B. Reiseroute), während bei der mobilen Nutzung diese Informationen zum Routing verwendet und eventuell noch durch Zusatzinformationen wie z.B. Points of Interest (POI) ergänzt werden. Im zweiten Anwendungsfall ist der Nutzer unterwegs und benötigt Informationen zum entsprechenden Nutzungsfall, welche über die Internetverbindung abgerufen um in einer adäquaten Darstellungsumgebung präsentiert werden zu können. Typische Anwendungsfälle wären die Navigation für Auto oder Fußgänger, Touristeninformationen, Standortinformationen, etc. Mit Hilfe des mobilen Endgeräts weiß der Nutzer wo er sich befindet und kann entsprechende Informationen über seine Umgebung abfragen. Durch das Abrufen von Kartenmaterial erfolgt darüber hinaus eine schnelle Orientierung und ermöglicht dem Nutzer eine leichte räumliche Zuordnung von zusätzlichen Informationen zu seinem Standort. Er kann außerdem entscheiden, welche Arten von zusätzlichen Informationen er angezeigt bekommen möchte (z.B. Sehenswürdigkeiten, Hotels, öffentliche Verkehrsmittel, Fahrpläne, etc.). Karten auf mobilen Endgeräten müssen nicht nur in der Lage sein, die Grundlagenkarte, mit dessen Hilfe sich der Nutzer orientieren kann, übersichtlich darzustellen, sondern auch die Zusatzinformationen in einer Art und Weise einbinden, ohne dass der Nutzer überfordert ist bzw. die Übersichtlichkeit insgesamt verloren geht. Damit verbunden geht die Tendenz zu einer geringeren Dichte an dargestellten Informationen als auf anderen Wiedergabegeräten mit der primären Absicht, auf die Relevanz und nicht die Vollständigkeit der dargestellten Informationen zu achten. Es wird empfohlen, eine einfache graphische Oberfläche mit einer sich selbst erklärenden Menüstruktur und Menüpunkten anzubieten. Text sollte nur dort eingesetzt werden, wo es unbedingt erforderlich ist. Gleichzeitig ist es notwendig, dass die Kartendarstellung ebenso wie das Scrollen der Karte auf dem Endgerät zügig und flüssig vonstattengeht. Außerdem müssen Möglichkeiten integriert werden, um Zusatzinformationen abzurufen und

selektieren zu können. In Summe sollte das Kartenbild ein ansprechendes Erscheinungsbild für den Nutzer an den Tag legen (Cartwright, et al., 2007).

Kartenmaterial kann auf unterschiedlichste Weise gespeichert, verteilt und abgerufen werden. Auf den nachfolgenden Seiten sollen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Ansätze anhand der Methode des Abrufs verglichen und bewertet werden.

## **Internetbrowser**

Jedes Smartphone ist grundsätzlich mit einem Internetbrowser ausgestattet oder dieser kann auf einfache Weise nachinstalliert werden. Dabei funktioniert der Internetbrowser auf dem Smartphone gleich wie die Pendanten auf einem Desktop System oder Notebook.

Websites lassen sich auch für die mobile Nutzung optimieren. Grundsätzlich muss dazu die geringere Auflösung der Smartphone Displays berücksichtigt werden und dass manche Programmiersprachen auf Smartphones nicht funktionieren (THECUBE, 2010).

Es wird empfohlen, mit Hilfe von CSS die Seitendarstellung anzupassen, um optimierte Seiten an das Smartphone auszuliefern. Bilder sollten zur Datenmengenreduktion verkleinert, Flash-Inhalte vermieden und die Nutzung von Inhalten nicht von Java Script abhängig gemacht werden. Es gibt damit auf sehr einfache Weise die Möglichkeit der Optimierung von Websites für die mobile Nutzung, insbesondere in Hinblick auf Darstellung und Datentransfer (Weblication, 2010).

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Website des oberösterreichischen Raum-Informationssystems, bereitgestellt durch das Amt der oberösterreichischen Landesregierung. Die Darstellung der Website erfolgt ident zur Darstellungsweise auf einem Desktopbrowser und ist damit für die Nutzung auf einem Smartphone nur eingeschränkt zu empfehlen, da sehr viele Inhalte dargestellt sind und durch ständiges Verkleinern und Vergrößern oder Verschieben des Ausschnitts navigiert werden muss. Des Weiteren ist es notwendig, bereits einen Überblick über die Funktionalitäten und Funktionsweise des Rauminformationssystems zu besitzen, da durch die eingeschränkten Displaygröße kaum ein Überblick über das gesamte Angebot gewonnen werden kann.

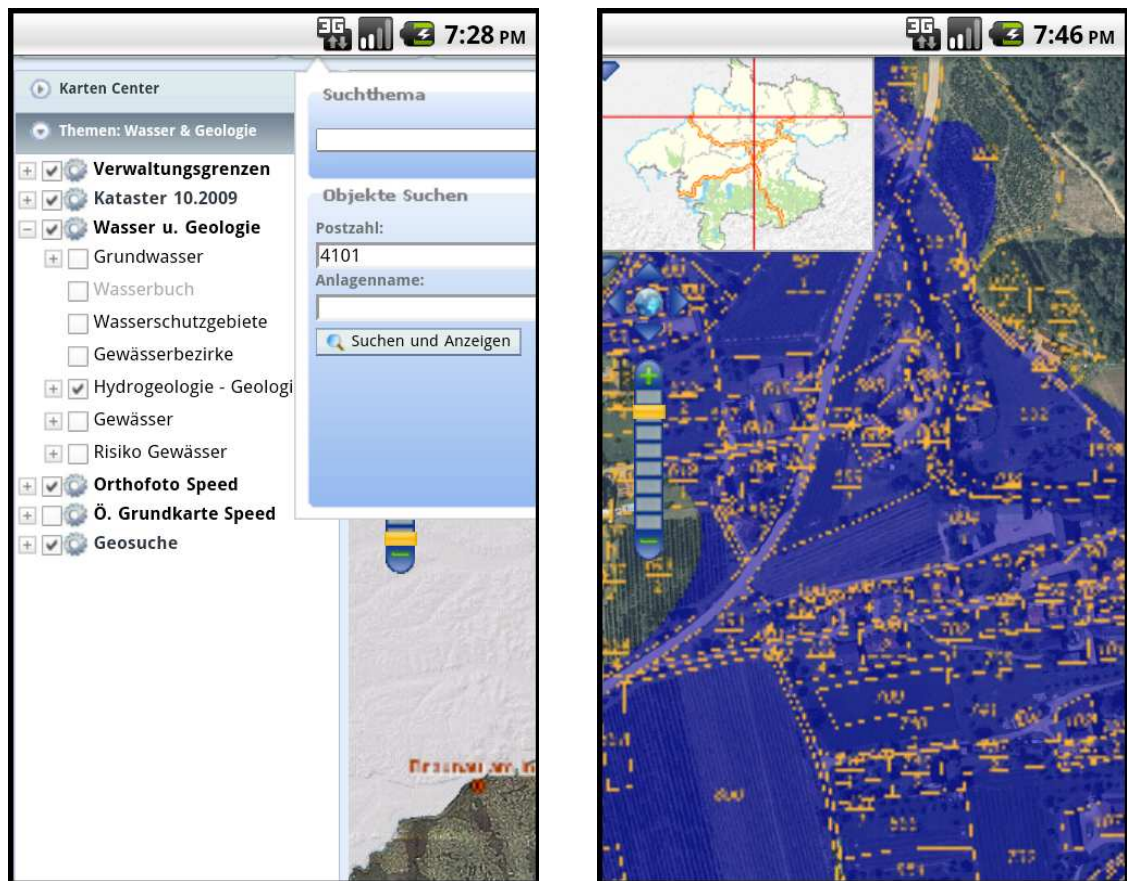


Abbildung 27: Website des Raum-Informationssystems des Landes OÖ (Amt der OÖ Landesregierung, 2010).

Die Abbildung zeigt, dass nach Abruf der Informationen zum Hochwasser 2002 für die Ortschaft Bad Mühlacken diese zwar angezeigt werden, jedoch konnte keine korrekte Darstellung der Katasterinformationen erfolgen. Aus welchem Grund dies passiert ist, konnte nicht nachvollzogen werden. Ein Vorteil durch die Darstellung des originalen Rauminformationssystems ist, dass sämtliche Funktionen und Abfragemöglichkeiten vorhanden sind. Dadurch wird es dem Nutzer auch ermöglicht, eine Legende einzublenden oder einzelne Features von Layern abzufragen.

Grundsätzlich wird aus Sicht der Funktionalität größtmöglicher Umfang geboten, jedoch müssen in Hinblick auf die Darstellungsqualität und Übersichtlichkeit große Abstriche in Kauf genommen werden.

### **Applikation – Basiskarten und KML**

Applikationen ermöglichen ein einfaches Einbinden von Kartenmaterial, eine übersichtliche Menüstruktur sowie generell eine simple Bedienoberfläche im Vergleich zur Nutzung eines Internetbrowsers. Eine Applikation für ein Smartphone zeichnet sich dadurch aus, dass sie definierten Inhalt in softwareähnlicher Umgebung darstellt und



vereinfacht Zugriff auf unterschiedliche Inhalte eines Online-Contents ermöglicht. Ketola & Røykkee (2001) definierten sieben Faktoren der Bedienbarkeit:

- Integration und Funktionalität
- Verfügbarkeit
- Nutzen und Erleichterung durch Dienste
- Bereitschaft
- Informationsgehalt
- Support Material
- Interoperabilität

Gerade die Faktoren Integration und Funktionalität sowie Nutzen und Erleichterung durch Dienste werden durch eine Applikation bedient, worin sich ein bedeutender Unterschied in der Bedienbarkeit des Smartphones im Vergleich zu der Nutzung eines Browsers darstellt. Gerade der Aspekt der Bedienbarkeit wird als bedeutender Qualitätsparameter gewertet und findet auch in der Industrie größte Aufmerksamkeit (Duh, et al., 2003). Verkasalo et al. (2010) zeigen auf, dass Besitzer eines Smartphones noch längst nicht alle Anwendungsmöglichkeiten und Dienste in Anspruch nehmen. Können darüber hinaus die Nutzer jedoch ihre Dienste in Form von Applikationen kontrollieren, nehmen sie diese auch vermehrt in Anspruch (Verkasalo, et al., 2010). Als Beispiele für Applikationen zur Verwendung von Karten sollen zum einen der Kartendienst Google Maps, zum anderen die unter der GNU/GPL (GNU General Public License) veröffentlichte Software gvSIG Mini herangezogen werden.

Google Maps wird auf einem Android Smartphone bereits vorinstalliert ausgeliefert oder kann einfach über den Android Market nachinstalliert werden. Es bietet die gleichen Funktionalitäten wie auch die Desktopversion, jedoch ist diese Version optimiert für die Nutzung am Smartphone. Es wird die Darstellung von Karte, Satellit (Luftbild) oder Gelände als Hintergrundkarte ermöglicht. Darüber hinaus kann eine Suche nach einer Adresse erfolgen oder eine Standortbestimmung sowie eine Routenberechnung durchgeführt werden. Sämtliche Funktionen sind sehr übersichtlich gestaltet und einfach über ein Menü zu erreichen (siehe Abbildung 28). Des Weiteren bietet die Applikation die Einbindung von eigenem Kartenmaterial auf unterschiedliche Weise an. Durch die Suchfunktion kann direkt auf Kartenmaterial, welches sich auf einem über das Internet zugänglichen Server befindet, zugegriffen und dieses eingebunden werden. Alternativ bietet die Applikation das Einbinden von Karten an,

welches auf einen eigenen Google Account hochgeladen und zur Verfügung gestellt wurde. Diese Karten müssen dabei im Format kml oder kmz bereit gestellt werden.

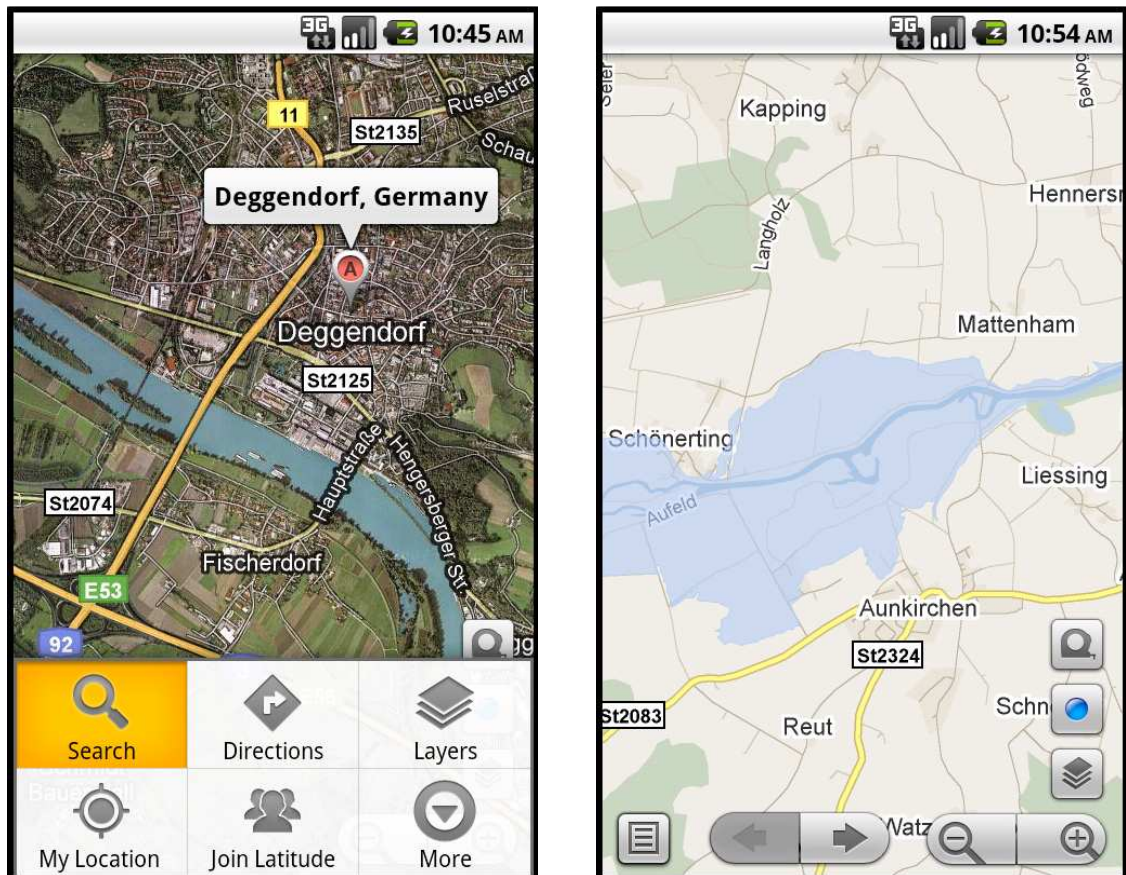


Abbildung 28: Darstellung der Funktionen der Applikation Google Maps (links), Einbindung von eigenem Kartenmaterial (Überschwemmungsfläche, rechts)

Eine weitere interessante Applikation stellt die Software gvSIG Mini dar. Es handelt sich dabei um eine Software der Firma Prodevelop, die auch an der Entwicklung des Desktop-GIS gvSIG beteiligt ist. gvSIG Mini ermöglicht ähnliche Funktionen wie auch die Applikation Google Maps, jedoch bietet gvSIG Mini darüber hinaus die Wahl, aus mehreren frei zugänglichen Kartendiensten auszuwählen. Dazu zählen unter anderem Google Maps, OpenStreetMap, Microsoft Bing, etc. (Prodevelop, 2010). Die nachfolgende Abbildung zeigt die Applikation gvSIG Mini, ähnlich zu Google Maps mit übersichtlicher Menüführung und Funktionen.

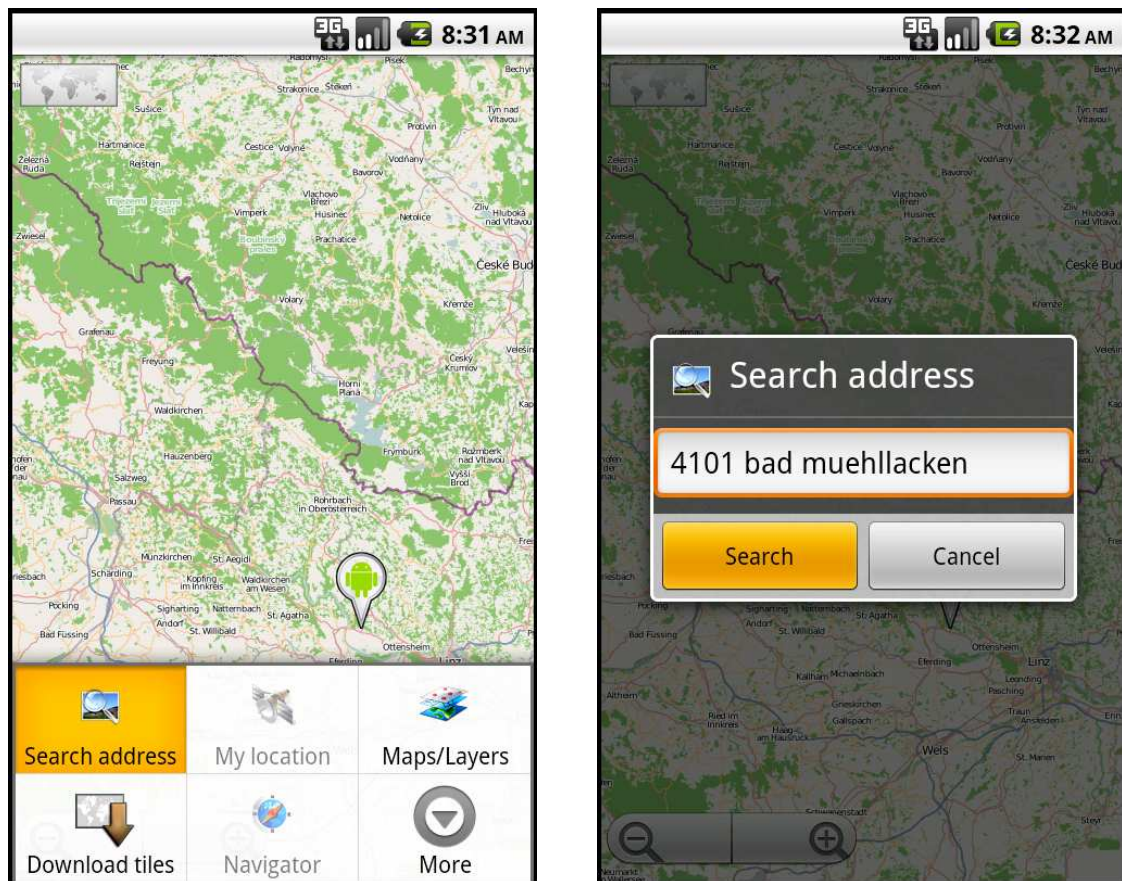


Abbildung 29: Darstellung der Funktionen der Applikation gvSIG Mini

Neben der einfachen Darstellung von unterschiedlichen Karten und Basisfunktionen bietet gvSIG Mini ein weiteres, interessantes Feature – die Einbindung von Web Map Services. KML-Dateien können derzeit weder über die Suche noch anderweitig eingebunden werden.

### **Applikation - WMS**

Ein Web Map Service kann prinzipiell mit einer einfachen Anfrage abgerufen und eingebunden werden. Es wurde die Applikation gvSIG Mini, wie oben beschrieben, verwendet. Im gegebenen Fall wurde der WMS Dienst des Landes Oberösterreich genutzt:

<http://ags.doris.at/arcgis/services/Basisdaten/GeoLand/MapServer/WMServer?request=getcapabilities&service=WMS&version=1.1.1> (Geoland, 2010b).

Nach Aufruf des WMS Dienstes werden in Summe 47 Layer zur Auswahl gestellt, welche leider im vorliegenden Fall nicht korrekt mit Metadaten für eine Einbindung auf einem Smartphone versehen sind (Anmerkung: Der Web Map Service wurde auch für eine Einbindung in ArcGIS genutzt, wo die Beschriftung und Darstellung der Layer

ohne weitere Problemen vollzogen werden konnte). Ein Nachteil der Applikation liegt darin, dass der eingebundene WMS Dienst den eigentlichen Kartenlayer ersetzt. Das bedeutet, dass das Kartenmaterial der unterschiedlichen Services nicht gleichzeitig eingebunden werden kann.

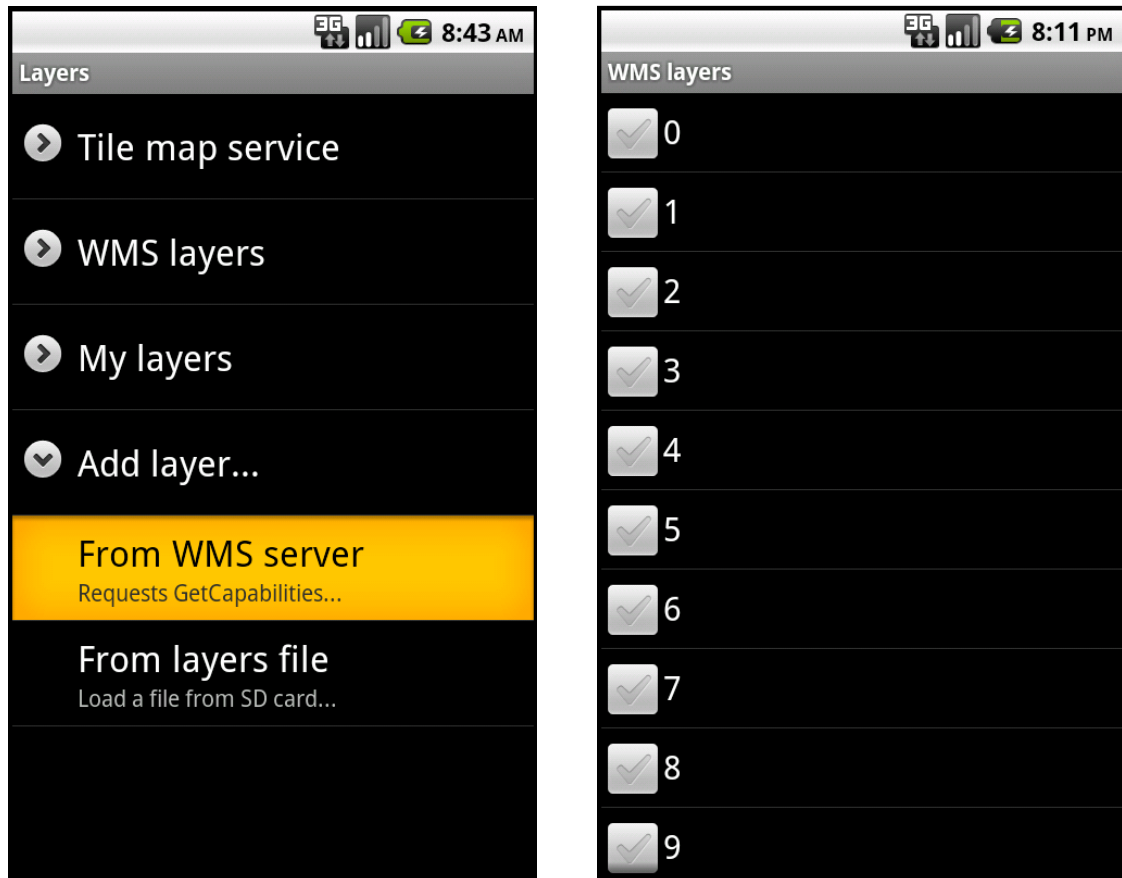


Abbildung 30: Aufruf WMS Dienstes des Landes Oberösterreich und Darstellung der zur Verfügung stehenden Layer

Ein weiterer Versuch des Abrufs von mit Hilfe des Web Map Services zur Verfügung gestellten Karten wurde mit dem Bayerischen Straßeninformationssystem unternommen:

[http://map.baysis.bayern.de/wms/baysis/strassennetz/get_wms.ashx?REQUEST=GetCapabilities&service=WMS](http://map.baysis.bayern.de/wms/baysis/strassennetz/get_wms.ashx?REQUEST=GetCapabilities&service=WMS) (Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, 2010).

Nach Aufruf des WMS Dienstes werden im Vergleich zu dem Angebot aus Oberösterreich sämtliche vorhandenen Layer durch einen sinnvollen Eintrag zur Auswahl bereitgestellt. Da auch hier nur ein Layer dargestellt werden kann, wurde das

Straßennetz exemplarisch ausgewählt und als Kartenlayer verwendet, welcher im gegebenen Fall auch einwandfrei angezeigt werden konnte.



Abbildung 31: Darstellung der zur Verfügung stehenden Layer des Straßeninformationssystem Bayerns und Anzeige des Layers

Ein bedeutender Nachteil neben der Einbindung von nur einem einzigen Layer im Rahmen der Möglichkeiten der Applikation ist die Tatsache, dass keine Optionen zur Darstellung und Abruf einer Legendeninformation bestehen. Es kann damit nur gemutmaßt werden, welche Straßentypen aus dem Straßeninformationssystem in der Karte dargestellt werden oder um welche Straße es sich überhaupt handelt. Eine Einbindung des Web Map Services in ArcGIS zeigt, dass grundsätzlich alle verfügbaren Metadaten vorhanden und abrufbar sind, jedoch bietet die Applikation selbst noch nicht die Möglichkeit, auf diese Informationen zuzugreifen. Darüber hinaus bleibt die Frage offen, ob nur eine Darstellung der relevanten Metadaten umsetzbar ist, oder ob bei Abruf sämtliche Metadaten dargestellt werden, was im gegebenen Fall des Straßennetzes keine sinnvolle Lösung darstellen würde.

Es bleibt jedoch festzuhalten, dass die Einbindung von Web Map Services oder anderen Kartendiensten besonders für Laien kein einfaches Unterfangen darstellt. Es ist

Kenntnis über den Zweck und die Möglichkeiten der Dienste erforderlich, auf welche Art und Weise diese einzubinden sind und dass dies auch nur mit bestimmten Voraussetzungen möglich ist. Darüber hinaus ist das Eintippen des WMS Request eine mühsame Arbeit, abgesehen von der Tatsache, dass eine korrekte Eingabe erforderlich ist, um eine Abfrage erfolgreich durchzuführen. Ansonsten erscheint lediglich eine Fehlermeldung mit dem Hinweis, dass ein Abrufen nicht möglich ist.

Es ist erforderlich, dass der Nutzer von mobilen Kartenanwendungen die Möglichkeit besitzt, Abruf und Inhalt der Karten genau zu steuern. Der Nutzer muss stets den Überblick über die Vorgänge und das Resultat bewahren können oder gegebenenfalls entsprechend eingreifen können, um die Ergebnisse seiner Abfrage modifizieren zu können (Willis, et al., 2009).

Grundsätzlich bieten Applikationen eine hervorragende Möglichkeit um unterschiedliche Inhalte auf einem Smartphone abrufen zu können, ohne einen Internetbrowser zu benutzen. Durch eine Reduzierung der vorhandenen Optionen auf die bedeutendsten, für die Nutzung essentiellen Funktionen und der Darstellung in übersichtlich strukturierten Menüs ist selbst für Laien die Bedienung durchaus intuitiv zu bewältigen. Lediglich das Abrufen von WMS Diensten ist gerade für Laien auf die dargestellte Art und Weise nicht empfehlenswert. Hier besteht noch Nachbesserungsbedarf im Sinne der Integration der Daten.

# Fallstudie

## Projektgebiet

Beim Projektgebiet handelt es sich um den Fluss Rott, ein Gewässer I.Ordnung im südlichen Niederbayern. Er befindet sich im Isar-Inn-Hügelland, charakterisiert durch asymmetrische Seitentäler, Lößlehmböden und einer Hügellandschaft. Das Einzugsgebiet hat eine Größe von ca. 1.200km², die Flusslänge des Hauptgewässers beträgt ca. 110km mit einem mittleren Gefälle von 1,8%. Das Einzugsgebiet der Rott wird aufgrund des Bodentyps hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt, was auch die Flächenstatistik widerspiegelt. Es entfallen 58,4% auf die landwirtschaftliche Nutzung, während nur 27,8% Wald und 11% urbane Nutzung vorhanden sind. Die verbleibenden 2,8% unterliegen einer anderen Nutzung.

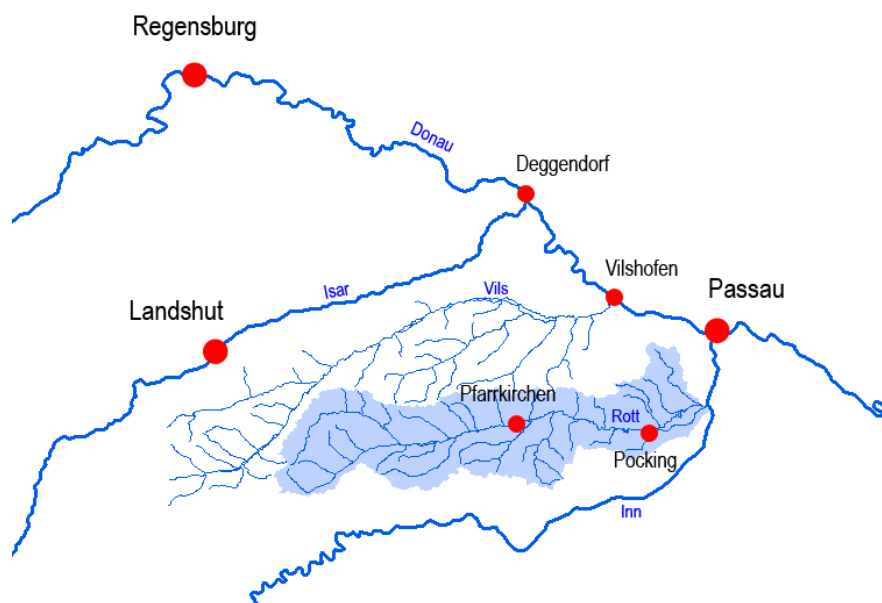


Abbildung 32: Einzugsgebiet der Rott (blau hinterlegt)

Derzeit leben ca. 187.000 Einwohner im Einzugsgebiet der Rott. Es sind nur 6% der Angestellten in die Produktion von Agrargütern involviert, während ein immer größer werdender Teil in anderen Wirtschaftszweigen tätig ist. Innerhalb der letzten zwei Jahrzehnte stellte sich eine starke Veränderung in Richtung Gewerbe und Industrie ein, was sich auch durch die Ausweisung diverser Industrie- und Gewerbegebiete im Unterlauf der Rott widerspiegelt. Da der Unterlauf der Rott nur mehr sehr geringem Gefälle unterliegt und es sich um einen sehr ebenen, weiten Landstrich handelt, befinden sich auch viele der ausgewiesenen Industriegebiete in potenziellen Überschwemmungsflächen der Rott. Diese Entwicklung wurde durch eine stetige Verbesserung der Infrastruktur (Autobahnanschluss, Bahn, etc.) noch weiter verstärkt und bewirkt eine Verschärfung des Konfliktpotentials zwischen Landnutzung und Hochwasserrisiko.

Um eine ständige Überschwemmung der landwirtschaftlichen Flächen zu unterbinden, wurde nach Hochwasserereignissen in den fünfziger und sechziger Jahren des 20. Jahrhunderts zwischen 1968 und 1973 ein Staudamm (heutiger Rottauensee) in Postmünster bei Pfarrkirchen an der Rott sowie Deichanlagen entlang des Unterlaufs errichtet (Anmerkung: in den sechziger Jahren kam der Landwirtschaft noch eine größere Bedeutung zu, da sie damals für die Nahrungssicherung in der Region verantwortlich war) (Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010f). Jedoch sind diese Hochwasserschutzmaßnahmen nur für Hochwässer geringer Jährlichkeit (für ein Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall von ca. 5 Jahren) konzipiert und bieten für schwere Hochwasserereignisse keinen weiteren Schutz.

Gerade diese Gesamtsituation lässt das Projektgebiet sehr interessant erscheinen, da auf der einen Seite ein Hochwasserschutz vorhanden ist und sich dieser auch psychologisch auf das Sicherheitsempfinden der dort ansässigen Bevölkerung auswirkt. Auf der anderen Seite zeigt sich aber (durch Praxiserfahrung im Sinne eines Hochwasserereignisses wie auch in der Theorie durch hydraulische Berechnungen), dass dieser ein schwerwiegenderes Hochwasser nicht zurückhalten vermag und somit eine falsche Sicherheit vortäuscht. Durch die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und die Information der Gefahren und Risiken durch das entsprechende Kartenmaterial kann zumindest aus öffentlicher Sicht einiges zur Bewusstseinsbildung beigetragen werden.



# Datengrundlagen und Kartenmaterial

Die Datengrundlage bilden die Basisdaten und Projektergebnisse, welche aus dem Projekt RISKATCH zur Verfügung gestellt werden konnten:

- Daten aus der hydrologischen Berechnung
- Daten aus der hydraulischen Berechnung (Wassertiefe, Fließgeschwindigkeit, Fließrichtung für unterschiedliche, statistische Hochwasserereignisse), mit der Klassifizierung der Wassertiefe entsprechend Abbildung 21
- Digitale Flurkarten
- ATKIS-Daten
- Gebäudeflächenkarte
- Topographische Karten
- Luftbilder

Aufbauend auf diesen Daten und bereits vorhandenen Ergebnissen aus RISKATCH wurde das finale Kartenmaterial für die weitere Verwendung fertiggestellt. Das Kartenmaterial wurde unter Berücksichtigung der theoretischen Grundlagen aus der Kartographie und der graphischen Semiologie, sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus der Experimentellen Graphischen Semiologie aufbereitet, jedoch unter Berücksichtigung, dass die Karten auf einem digitalen System mit der Möglichkeit der Maßstabsänderung sowie der direkten Legendenabfrage auf der Karte umgesetzt werden.

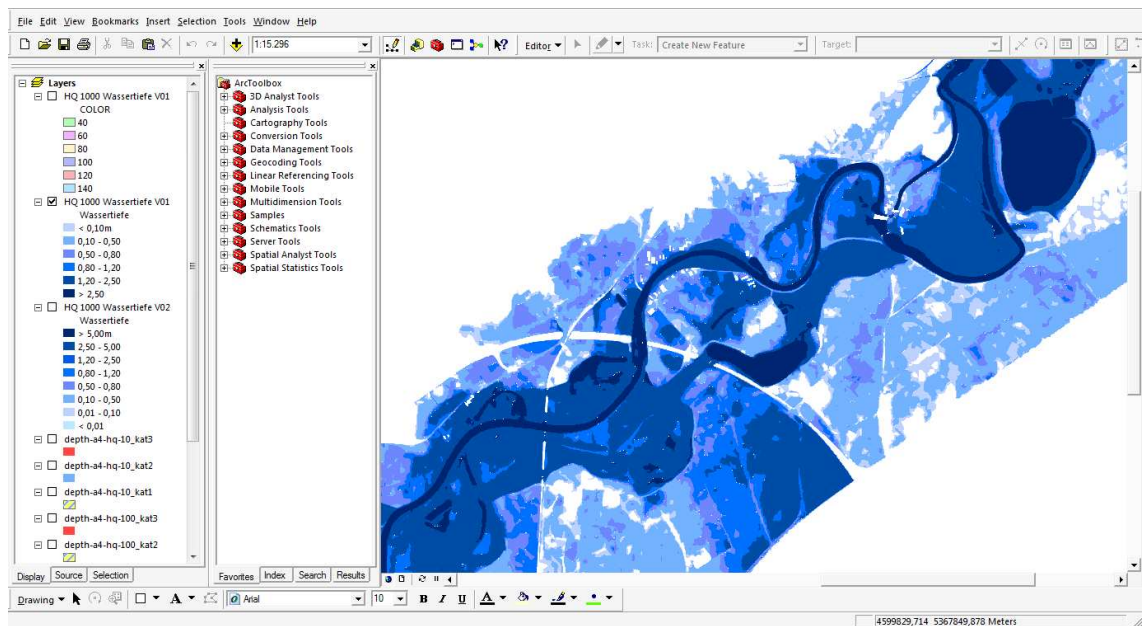


Abbildung 33: Verwendung von ArcGIS zur Aufbereitung der Daten

Im Rahmen der Master Thesis wird auf die Umsetzung von Hochwasserrisikokarten verzichtet, da die Datensätze für die Umsetzung einer vollständigen Karte nach dem Standard der LAWA nicht komplett vorhanden sind. Aus diesem Grund wurde das Hauptaugenmerk auf Hochwassergefahrenkarten mit der Darstellung von Wassertiefe bzw. Überschwemmungsfläche gelegt.

## Nutzergruppen

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass sowohl die Hochwasserrisikorichtlinie als auch die Empfehlungen der LAWA nicht von einer unterschiedlichen Aufbereitung der einzelnen Karten sprechen, sondern vielmehr davon, dass die einzelnen Organisationen auf Basis der erstellten Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten entsprechende Strategien diskutieren und Planungen durchführen sollen, um im Eintrittsfall den Betroffenen so schnell als möglich helfen zu können (LAWA, 2010b).

Nach derzeitigem Stand kann zwar eine Differenzierung der einzelnen Nutzergruppen erfolgen, jedoch müssen für die Darstellung von Informationen die Anforderungen der jeweilige Nutzergruppe im Speziellen evaluiert werden, um den eigentlichen Bedarf decken zu können. Gerade spezielle Nutzergruppen wie z.B. Gefahren- und Katastrophenabwehr besitzen eigenständige Anforderungen.

Für die Umsetzung im Rahmen des Fallbeispiels wird aus diesem Grund auf die Basiskarten der Kategorie Hochwassergefahrenkarte (Überschwemmungsfläche, Wassertiefenkarte) zurückgegriffen. Zum Zweck einer ersten Untersuchung der Bedienbarkeit und Übersichtlichkeit von Kartenmaterial auf einem Smartphone sollte dieses Kartenmaterial ausreichen. In Bezug auf den Inhalt werden die Vorschläge der Hochwasserrisikorichtlinie bzw. die Empfehlungen der LAWA aufgegriffen und umgesetzt. Über eine Optimierung des Karteninhaltes sollte im Rahmen eines eigenständigen Projekts unter Einbindung von Entscheidungsträgern und Anwendern aus der jeweiligen Nutzergruppe nachgedacht werden.

Durch das Verteilen von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten lassen sich durch entsprechende Modifikationen der Dienste zum Abrufen des Kartenmaterials sehr einfach zusätzliche Informationen integrieren. Es wäre je nach Verfügbarkeit adäquat zur Abbildung 23 ein weiterer Karten- oder Datenbankserver mit den entsprechenden Inhalten bereitzustellen und über den WMS Dienst anzusprechen.

## **Technische Umsetzung**

Die technische Umsetzung des Konzepts wurde in 4 Schritten durchgeführt.

1. Einrichten des Webservers
2. Einrichten der Entwicklungsumgebung
3. Prüfen der Funktionalität vorhandener Applikationen sowie Einbinden von eigenem Kartenmaterial, qualitative und quantitative Prüfung
4. Eigene Applikation mit Konzepterstellung und Design

### *Webserver*

Im Rahmen der Master Thesis wurde zu Testzwecken ein Server der Hochschule Deggendorf adaptiert und das Kartenmaterial auf dem Server zur Einbindung in die entsprechenden Kartendienste bereitgestellt.

In weiterer Folge wurde mit Hilfe von XAMPP – es handelt sich hierbei um eine Zusammenstellung von freier Software, welche ein einfaches Installieren und Konfigurieren eines Apache-Webservers mit der SQL-Datenbank MySQL und verschiedenen Skriptsprachen wie z.B. PHP ermöglicht - und der Software Joomla! eine

Plattform erstellt, um im Rahmen einer Website die Einbindung von Kartenmaterial zu testen. Im ersten Schritt wurde lokal XAMPP installiert, um über einen Server zu verfügen, der eine Web-Umgebung simuliert. Des Weiteren sind erforderliche Pakete wie z.B. PHP, MySQL, etc. korrekt zu integrieren, um die Grundlagen für sämtliche Anwendungen verfügbar zu haben. Eine Installation verlangt kein großes Detailwissen oder Fachkenntnisse, da XAMPP bereits soweit vorkonfiguriert ist, sodass möglichst alle Features von Apache und den weiteren Paketen aktiviert sind. Aus diesem Grund ist XAMPP auch nicht als sicher einzustufen und nicht für den produktiven Einsatz geeignet. Erst durch eine entsprechende Anpassung wäre es möglich, die Software internettauglich zu bekommen. Für die Zwecke der Arbeit ist dies jedoch nicht erforderlich. Mit Hilfe des MySQL-Pakets kann die erforderliche Datenbank-Struktur für ein Content Management System (CMS) vorbereitet werden. Es stehen mehrere freie CMS zur Verfügung. Im konkreten Fall wurde das Content Management System Joomla! verwendet, da dieses System eine breite Anwendung findet und man mittels sogenannter Erweiterungen zusätzliche Funktionen auf einfache Art in die Plattform integrieren kann.

Nach erfolgreicher Installation und dem Einrichten von Joomla! ist das System soweit eingerichtet, dass mit der Arbeit begonnen werden kann. Durch die Möglichkeit, die Software durch Plug-Ins entsprechend zu erweitern, kann mit Hilfe des von Mike Reumer entwickelten Plug-In der Kartendienst von Google Maps in die Website integriert werden (Reumer Tech, 2010). Durch eine Anpassung des Codes können neben der Veränderung des Erscheinungsbilds der integrierten Karte auch externe Karten wie z.B. die Hochwassergefahrenkarten auf dem Webserver der Hochschule Deggendorf eingebunden werden.

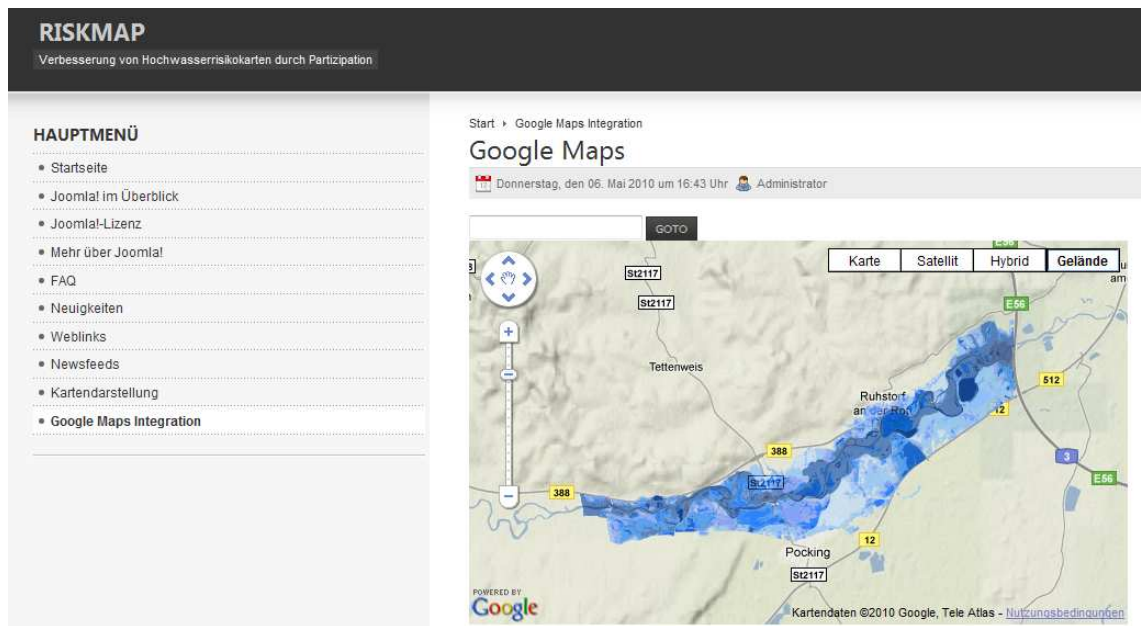


Abbildung 34: Joomla! mit integrierter Google Maps Karte und eigenem Kartenmaterial (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)

Dieses System wurde hauptsächlich aus Gründen der Evaluation der Funktionen und Restriktionen von Google Maps installiert. Wie die spätere Beschreibung bei der Nutzung der Applikation von Google Maps zeigen wird, treten beim Abrufen von eigenen erstellten Karten diverse Probleme bei der Darstellung am Smartphone auf, was bei der Nutzung und Einbindung über das Plug-In nicht der Fall ist.

## *Entwicklungsumgebung Smartphone*

### **Android Software Development Kit**

Für die Nutzung von Android zu Testzwecken oder zur Entwicklung von Applikationen hat Google Inc. für sein Smartphone-Betriebssystem Android eine komplette Entwicklungsumgebung (Software Development Kit (SDK)) geschaffen. Ein Android SDK enthält eine gesamte Android Bibliothek, ein Systemabbild, Beispielcodes sowie einen Emulator (Android Virtual Device (AVD), siehe Abbildung 36). Mit Hilfe des frei erhältlichen Android SDK können einzelne Android Versionen (wie z.B. Android 2.2) wie auch zusätzliche Komponenten (Add-Ons, Beispieldateien, Dokumentation, etc.) nachinstalliert werden, um für sämtliche Versionen und Anwendungsfälle eine entsprechende Basis zur Verfügung zu haben. Sobald neue Plattformen oder Dateien verfügbar sind, werden diese über Android SDK zum Download angeboten und können einfach in die Entwicklungsumgebung integriert werden (Android Developers, 2010).

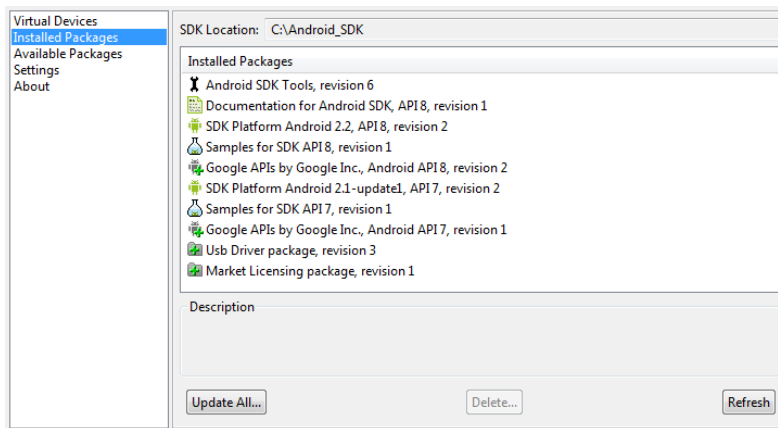


Abbildung 35: Android ADK und AVD Manager

Nachdem sämtliche erforderlichen Komponenten installiert wurden, muss in einem letzten Schritt die SDK sowie die AVD eingerichtet werden, um die komplette Entwicklungsumgebung für Android Applikationen nutzen zu können.

Mit Hilfe des Emulators können unterschiedliche Auflösungen (von QVGA bis WVGA) wie auch unterschiedliche Android Versionen simuliert werden, um eine entwickelte Applikation unabhängig von direkt verfügbaren Android Smartphones testen zu können. Grundsätzlich ist es erforderlich, eine Plattform zu installieren, um eine Applikation kompilieren zu können. Möchte man die Applikation allerdings für mehrere Android Versionen zur Verfügung zu stellen, ist es ratsam, mehrere Plattformen zu installieren, entsprechende AVD einzurichten und die entwickelte Applikation auf diesen testen.

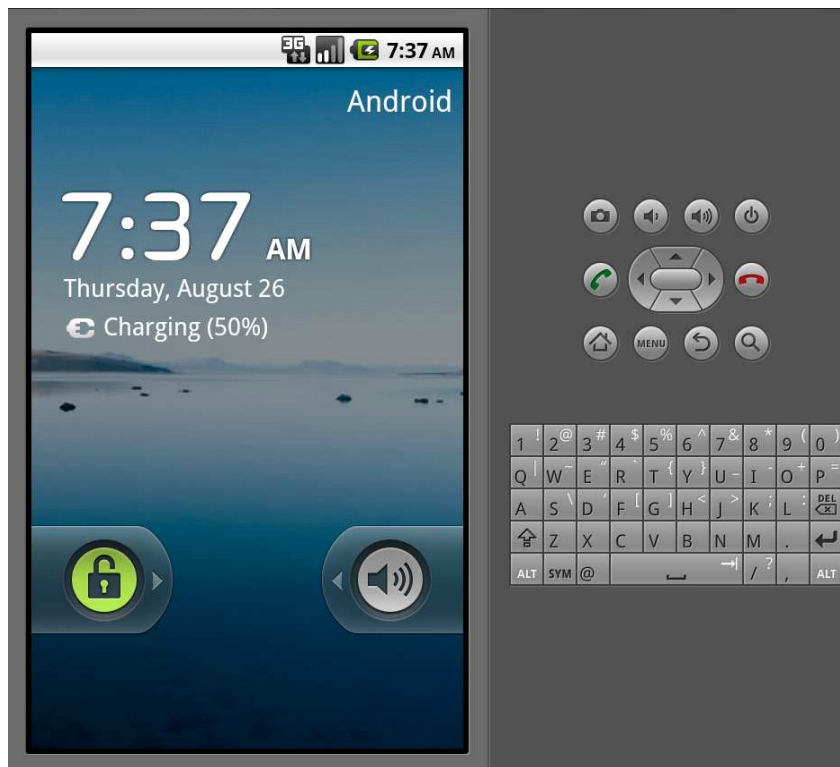


Abbildung 36: Emulator Android Virtual Device mit Android 2.2

Mit Hilfe des Android Virtual Device können nun einzelne Testläufe durchgeführt werden. Zum einen wurde mit Hilfe des AVD die Nutzung eines Internetbrowsers geprüft und mit der Ausführung von Applikationen verglichen.

### **Integrierte Entwicklungsumgebung**

Für die Entwicklung von Applikationen wird seitens Google Inc. die quelloffene Software Eclipse empfohlen, da eine Integration der Android SDK mit Hilfe eines einfachen Plug-Ins realisiert werden kann (The Eclipse Foundation, 2010). Das Android Development Tools (ADT) Plug-In kann direkt mit Hilfe des Update-Managers von Eclipse installiert werden. In weiterer Folge muss nur noch das Plug-In konfiguriert werden, sodass auf das Android SDK Verzeichnis verwiesen wird.

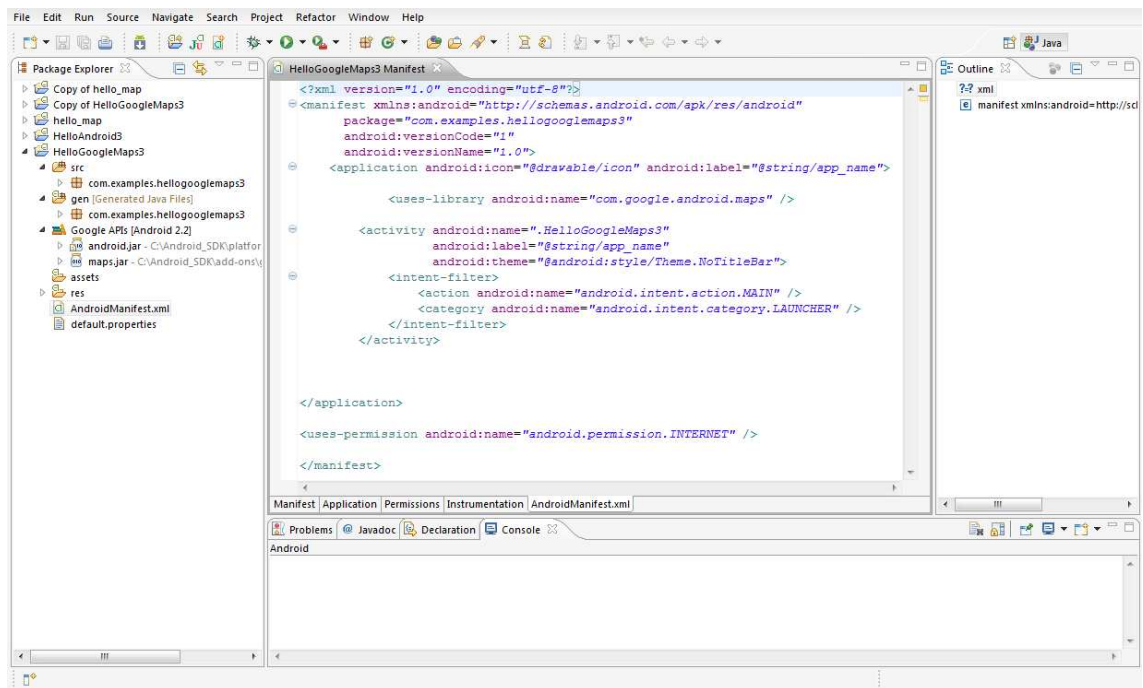


Abbildung 37: Eclipse zur Entwicklung von Android Applikationen

Damit sind sämtliche Installationsmaßnahmen vollständig, welche für die Entwicklung und Kompilation von Applikationen für unterschiedliche Android Versionen erforderlich sind.

## *Nutzung und Restriktionen von Applikationen*

Die Nutzung des Internetbrowsers auf Smartphones zur Darstellung von Inhalten wurde im Kapitel Kartendarstellung auf Smartphones bereits ausführlich diskutiert und grundsätzlich als Instrument zum Abrufen von Kartenmaterial abgeraten, da weder die Browserdarstellung für das Display eines Smartphones optimiert ist, noch die Einbindung der verfügbaren Funktionen in einem zufriedenstellendem Maß passiert.

## **Nutzung und Restriktionen von Google Maps**

Google Maps ermöglicht eine Einbindung von eigenem Kartenmaterial, sofern dieses als kml- oder kmz-Datei auf einem Server abgespeichert oder auf einen Google Account hochgeladen wurde. Abbildung 28 zeigt anhand der Überschwemmungsflächen eine eingebundene kmz-Datei vom Server der Hochschule Deggendorf. Dabei handelt es sich um ein einfaches Polygon mit mehreren Knoten entlang der begrenzenden Polylinie. Einfache Karten lassen sich noch ohne weitere Schwierigkeiten integrieren, während sich beim Einbinden von komplexem Kartenmaterial jedoch massive Probleme ergeben (siehe Abbildung 38). Entweder wird der Upload auf den Google Account nicht



zugelassen, oder die Darstellung des Kartenlayers beim Abruf vom Hochschulserver passiert nur unvollständig.

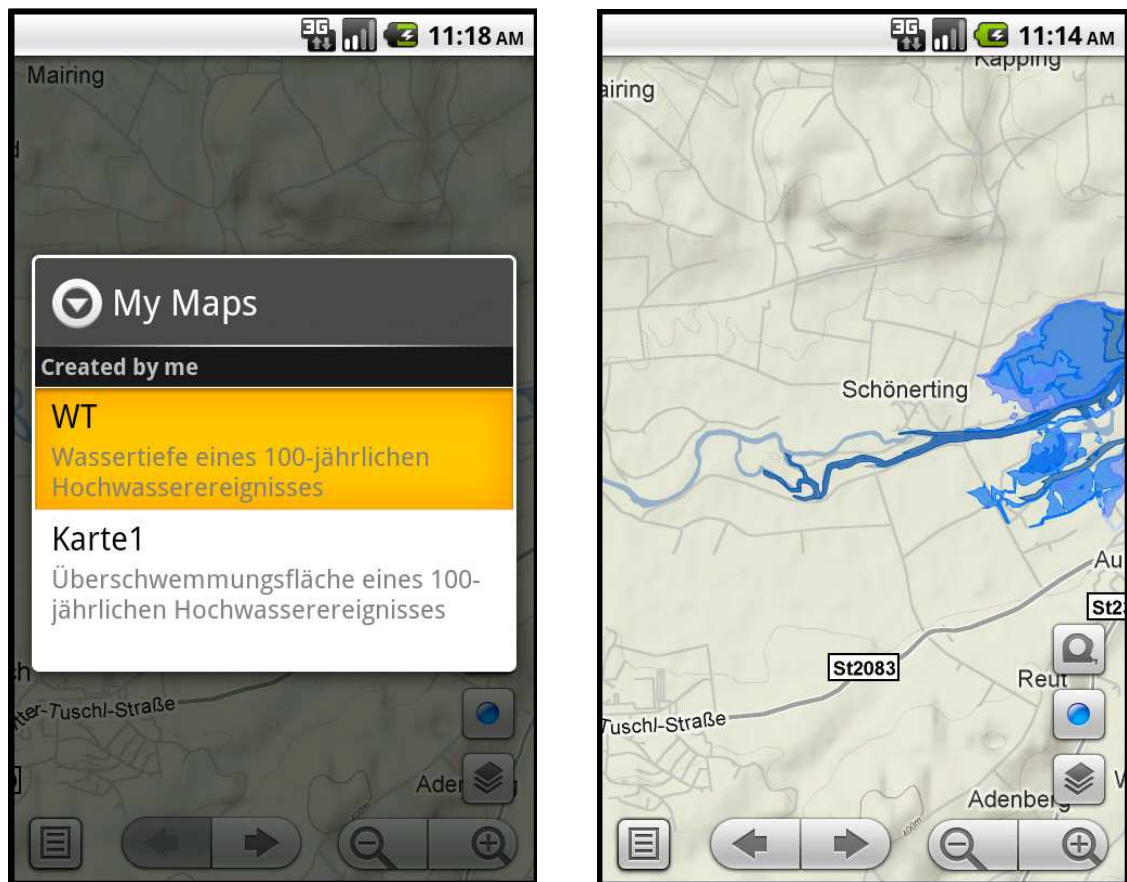


Abbildung 38: Einbindung von eigenem Kartenmaterial über Google Account (links), Darstellungsprobleme bei komplexem Kartenmaterial (Wassertiefen, rechts) (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)

Die Fehler in der Darstellung bzw. beim Hochladen des Kartenmaterials sind auf eine Einschränkung von Google selbst zurückzuführen. In dieser wird festgehalten, dass die Dateigröße, die Anzahl der Features sowie die Anzahl an Knotenpunkten bei Linien und Polygonen beschränkt sind (Google, 2010). Aus diesem Grund werden die Informationen aus der jeweiligen Datei nur bis zum Erreichen dieser Grenzwerte dargestellt, wobei bezüglich der Anzahl der Features bzw. der Knotenpunkte keine absoluten Grenzwerte genannt werden.

Aus oben genannten Gründen eignet sich die Verbreitung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten mittels Google Maps nicht, jedoch zeigt die Applikation 2 wesentliche Kriterien auf. Zum einen gibt die Applikation ein Beispiel dafür, wie eine intuitive und hervorragende Menüführung sowie die Einbindung von Funktionen umsetzen ist. Die Applikation lässt sich auch ohne Vorkenntnisse bedienen und ist im

Vergleich zur Nutzung von Web GIS Services über Internetbrowser bedienungsfreundlicher und übersichtlicher gestaltet. Zum anderen ist die Geschwindigkeit beim Abrufen der Basiskarten, beim Einbinden von zusätzlichen Karten wie auch bei der Standortbestimmung oder beim Suchen nach einer bestimmten Adresse hervorragend.

### **Nutzung und Restriktion von gvSIG Mini**

gvSIG Mini ist sehr ähnlich zu der Applikation Google Maps aufgebaut, insbesondere was Layout und Menüführung anbelangen. Davon abgesehen besitzt gvSIG Mini jedoch einige Möglichkeiten, welche so in Google Maps nicht vorhanden sind und einen ersten Schritt in Richtung Einbindung von WMS Diensten bedeuten.

gvSIG Mini verwendet als Basiskarten die Karten von unterschiedlichen Diensten, was entsprechend den eigenen Anforderungen eingestellt werden kann. Es wird dabei die Auswahl aus den Karten von Google Maps (Gelände, Luftbilder, Karte), OpenStreetMap, Yahoo Maps, etc. gegeben.

Eine bedeutende Option von gvSIG Mini ist der Abruf von Web Map Services. Damit ist eine bedeutende Funktion vorhanden, um bereits bestehende Web Services abrufen zu können, ohne dass bedeutende Änderungen in einer bereits vorhandenen Infrastruktur durchgeführt werden müssen. Einen Nachteil offenbart die Applikation in einem Testversuch. Es war nur möglich, einen Layer gleichzeitig anzuzeigen. Selbst die Basiskarten wurden dabei ausgeblendet und durch den eingebundenen Kartenlayer ersetzt.

Selbst wenn noch Probleme in der Kartendarstellung und der Geschwindigkeit des Kartenabrufs und Aufbaus bestehen, so zeigt die Applikation bereits technische Lösungen zur Einbindung von bereits vorhandenen Diensten, um eine erfolgreiche Darstellung der gewünschten Informationen zu realisieren.

## **Eigene Applikation**

Die Entwicklung einer eigener Applikation ist durch die gegebenen Randbedingungen möglich. Die Applikation soll dem Nutzer vermeiden helfen, komplexe Software zu installieren oder Quellen zu einzelnen Themen auf unterschiedlichen Websites und Plattformen zusammensuchen zu müssen. Es soll eine zielgerichtete Information für den

Einzelnen durch eine Applikation mit Risikoinformationen und adäquatem Kartenmaterial stattfinden. Als Ablaufschema lässt sich nachfolgendes Bild zeichnen:

1. Nutzer hat Bedarf nach spezifischer Information
2. Benutzen der Applikation
3. Auswahl des Kartenmaterials
4. Abfragen von erforderlichen Parametern (z.B. Ort)
5. Darstellen der Information
6. Bereitstellen von weiteren Funktionen, um dem Nutzer zusätzliche Informationen zugänglich zu machen

### *Konzeption*

Da Konzeption, Design, Umsetzung und Implementierung einer eigenen Applikation mit der Möglichkeit, Web Map Services oder weitere Web Services einzubinden, den Rahmen der Master Thesis sprengen würde, werden hier nur Konzept, Benutzerführung sowie Design vorgestellt. Insbesondere ein Vergleich von Zahlen aus der Entwicklung vergleichbarer Applikationen zeigt, dass gerade in der Entwicklung einer Applikation bedeutender Aufwand für eine erfolgreiche Umsetzung besteht. Zum Beispiel hat die Entwicklung der Applikation gvSIG Mini bisher einen Aufwand von 180.000 Zeilen Code sowie ca. 2,5 Mio. € Kosten verursacht (Prodevelop, 2010), obwohl das Potential einer derartigen Applikation noch bei weitem nicht ausgeschöpft ist und zusätzlicher Entwicklungsaufwand besteht. Die Umsetzung einer solchen Applikation im Rahmen eines Forschungsprojektes oder einer nationalen/internationalen Initiative wäre sehr wohl realisierbar, insbesondere in Hinblick auf die Intentionen der Hochwasserrisikorichtlinie und der Forderung nach Information der Öffentlichkeit.

Trotz dessen soll hier eine ausführliche Beschreibung für eine mögliche Umsetzung einer Applikation gegeben werden, um den Anforderungen der Hochwasserrisikorichtlinie gerecht zu werden. Es erfolgte dabei eine Anlehnung an bereits bestehende Applikationen, wobei Funktionen und/oder Design adaptiert und angepasst wurden. Es wurde des Weiteren auf ein einfaches, betriebssystemintegriertes Design und Layout fokussiert und Menüführung sowie Funktionen insbesondere an das Betriebssystem angelehnt. Dabei erfolgte eine Einteilung in unterschiedliche Ebenen, wobei eine zu große Anzahl an Ebenen aus Gründen der Übersichtlichkeit zu vermeiden war. Abbildung 39 zeigt die 4 Ebenen der Applikation, welche in weiterer Folge

ausführlich beschrieben werden. Entgegen dem eingangs angeführten Ablaufschema ist es aufgrund der Vielfalt an Kartenmaterial und Informationen erforderlich, Zwischenschritte bzw. Umstrukturierungen in der Nutzerführung umzusetzen.

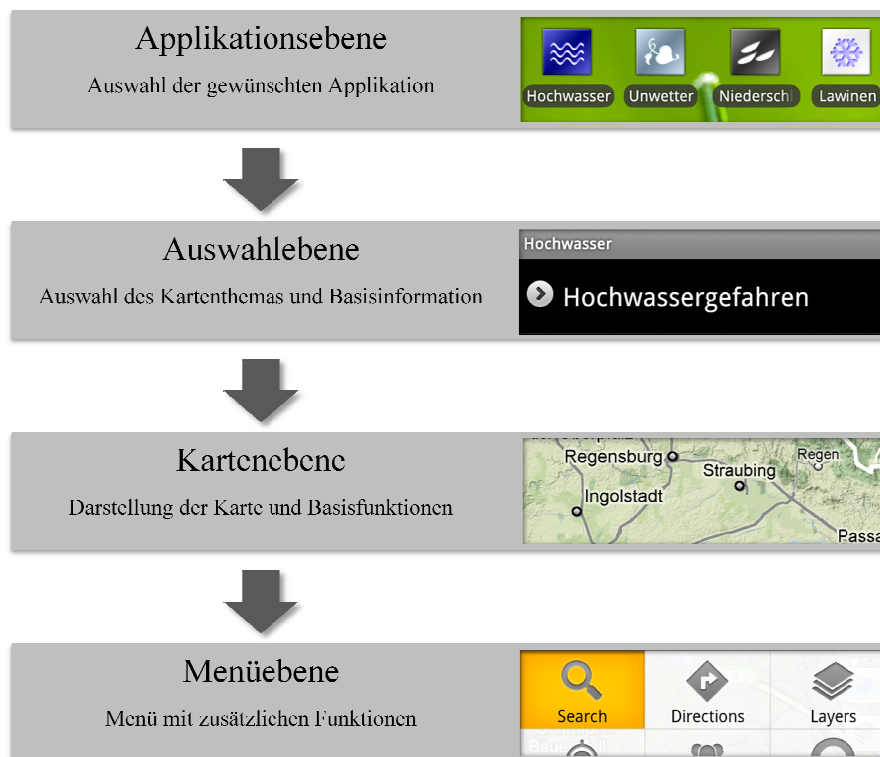


Abbildung 39: Ebenen der eigenen Applikation

Es entstand im Rahmen der Konzepterstellung die Idee, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten nicht als Stand-Alone-Produkt, sondern im Rahmen einer umfassenden Applikationsgruppe zu veröffentlichen. Diese Überlegung resultiert im Wesentlichen aus 2 Faktoren. In erster Linie ist die Gefahr, welche durch Hochwasserereignisse ausgeht, nur ein Teil der Gefahren durch Naturereignisse. Die Idee zu einem Applikationspaket Naturgefahren beruht auf der Tatsache, dass fast jede Person von Naturgefahren betroffen ist. In Österreich sind rund 50% des Lebensraumes durch Naturgefahren ständig bedroht, wobei die Zahl aufgrund von Lebensraumserschließung in gefährdeten Gebieten (überschwemmungsgefährdete Gebiete, betroffene Flächen durch Hangrutschung oder Lawinen, etc.) sich stetig weiter erhöht (Lebensministerium, 2010). Es kann eine analoge Anwendung der Master Thesis bezogen auf die weiteren Fachbereiche erfolgen. Einige mögliche Themengebiete könnten z.B. Unwetter (Sturm, Gewitter, etc.), Niederschläge (Starkregen, Hagel, etc.), Lawinen, Erde (Erdbeben, Hangrutschungen, Muren, etc.), Trinkwasser (Trockenheit, Verunreinigungen), Feuer oder Industrie (Standorte von Anlagen mit Risiko für

Personen, Unfälle, etc.) sein. Dabei handelt es sich um eine Auswahl ohne Gewähr auf Vollständigkeit, jedoch könnte dieses Paket als vereinigte Informationsplattform für Naturgefahren aus allen Bereichen dienen um dem Nutzer das Abrufen von Informationen vereinfachen. Insbesondere ist die mobile Anwendung auch deshalb interessant, da damit auch beim Eintrittsfall eines Ereignisses sofort entsprechende Informationen mobil bezogen werden können.



Abbildung 40: Applikationspaket Naturgefahren

Den zweiten Faktor stellt im Wesentlichen die Tatsache dar, dass eine übersichtliche Sammlung und Präsentation von verfügbaren Informationen auch zu einem Mehrwert für den Nutzer führt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, auch weitere Informationen zu den einzelnen Themengebieten ohne größeren Mehraufwand zu integrieren. Zieht man das Beispiel der Information zu Hochwassergefahren heran, so zeigt eine Recherche, dass im Hochwassereintrittsfall neben einer Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarte noch weitere Informationen relevant sein können.

## Design

Das vorgeschlagene Design der Applikation orientiert sich an dem grundsätzlichen Layout und der Funktionsweise von Android. Dies hat den Vorteil, dass der Nutzer eine vertraute Oberfläche vorfindet und damit verbunden schnell mit der Applikation zurechtkommt. Eine gewohnte Umgebung vereinfacht die Handhabung eines neuen Systems. Nach Aufruf der Applikation „Hochwasser“ aus dem Applikationspaket Naturgefahren kann der Nutzer in weiterer Folge aus einem Pool von verfügbaren Karten und/oder Informationen auswählen.

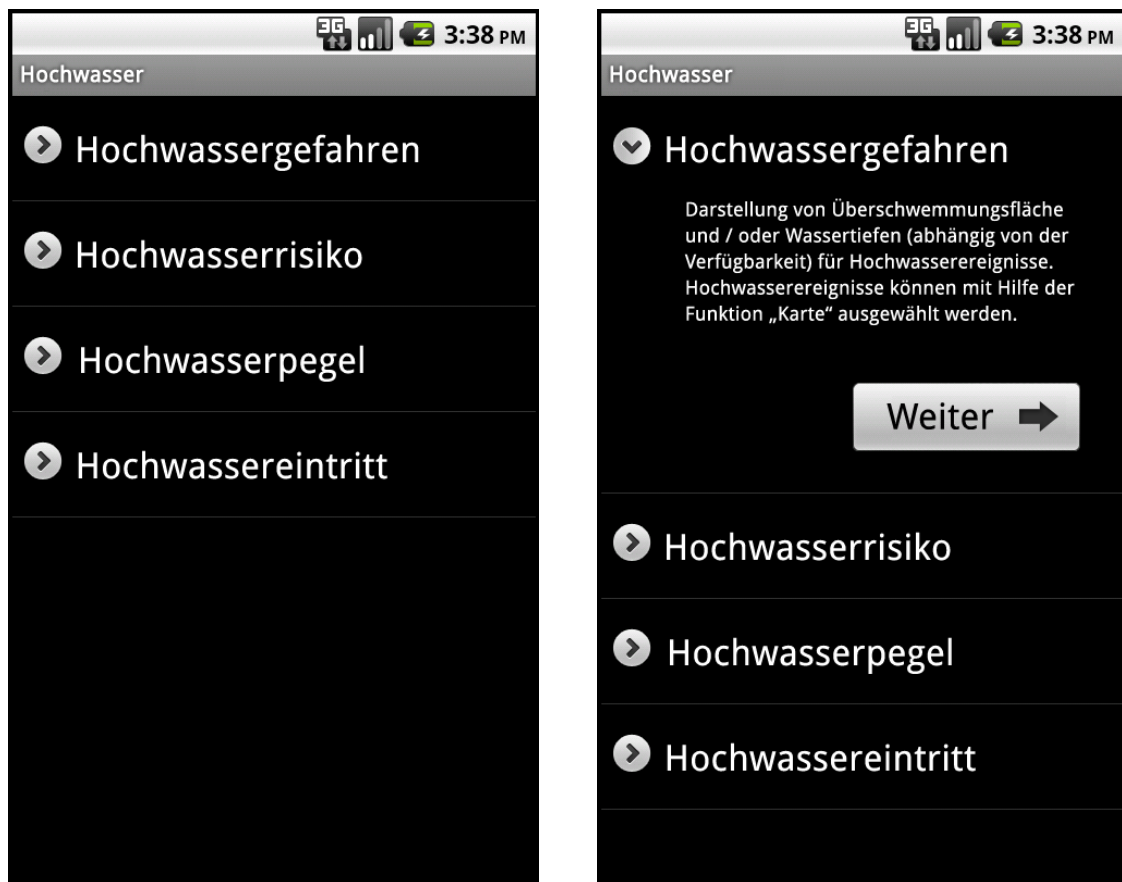


Abbildung 41: Applikation Hochwasser: Auswahl und Information zum Kartenmaterial

Im gegebenen Fall wurde an den Bezeichnungen der Hochwasserrisikorichtlinie festgehalten, obwohl die Wahl von „Hochwassergefahren“ und „Hochwasserrisiko“ für einen Laien keinen schlüssigen Hinweis auf den Inhalt der jeweiligen Karte geben. Aus diesem Grund erfolgt für den Nutzer, bevor er die jeweilige Karte auswählt, eine zusätzliche Beschreibung des Karteninhalts (im gezeigten Beispiel erhält der Nutzer bei Auswahl der Hochwassergefahrenkarte Informationen zu Wassertiefe und Überschwemmungsfläche). Zusätzlich wurden hier exemplarisch Beispiele für eine

Einbindung von weiterführenden Informationen zum Thema Hochwasser integriert (Hochwasserpegel, Hochwassereintritt). Gerade im Hochwassereintrittsfall wurde in der Vergangenheit die Informationsplattform des Hochwassernachrichtendienstes Bayern aufgerufen, um Informationen zu den Pegelständen bzw. den Hochwasserverlauf zu erhalten. Während des Auguthochwasser 2002 wurde die Website über 2 Millionen Mal aufgerufen (Hochwassernachrichtendienst, 2010). Neben den Auskünften zu den Pegelständen finden sich dort auch Informationen zu Meldestufen, Lageberichte oder Warnungen. Eine Einbindung von bestimmten Informationen in eine Applikation erscheint dadurch sehr sinnvoll und würde damit den genannten Mehrwert für den Nutzer bedeuten.

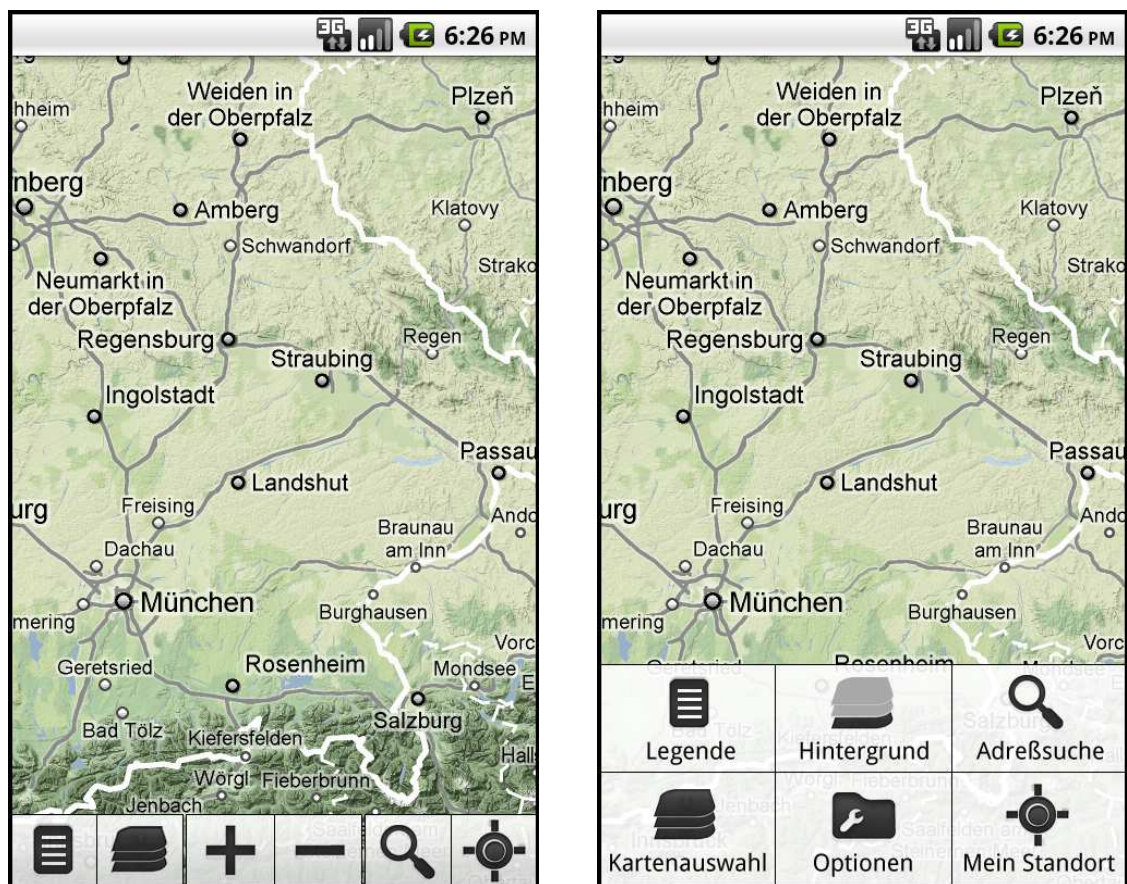


Abbildung 42: Hochwassergefahren: Kartenansicht mit Funktionsleiste (links); Menü (rechts) (Karte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)

Nach Auswahl des entsprechenden Kartenpools (im gegebenen Fall „Hochwassergefahren“) erreicht der Nutzer den Kartenbildschirm. Dabei erfolgt an der Unterseite die Darstellung der 6 wichtigsten Funktionen, welche für die Nutzung der Karte essentiell sind. 4 der 6 Funktionen sind ebenso über das Menü zu erreichen. Die verbleibenden beiden Funktionen ermöglichen es dem Nutzer, den Kartenausschnitt zu

verkleinern (Minus-Symbol) bzw. zu vergrößern (Plus-Symbol). Das Verschieben der Karte erfolgt mit den Navigationstasten bzw. durch Verschieben der Karte mit Hilfe der Finger auf einem Touchscreen. Da der Großteil der Smartphones bereits mit Touchscreens ausgestattet ist, stellt dies auch die primäre Variante der Navigation dar.

Es wäre natürlich auch möglich und durchaus sinnvoll, vor Anzeige der Karte eine weitere Auswahlmöglichkeit zur Verfügung zu stellen. Es könnte sich dabei um die Abfrage einer Adresse (adäquat zur Funktion „Adreßsuche“, siehe Abbildung 44) oder um eine automatische Standortbestimmung (entspricht der Funktion „Mein Standort“) handeln, um dem Nutzer den Weg über die Funktionsleiste an der Unterseite der Kartenansicht oder das Menü zu ersparen. Dies kann ebenso damit begründet werden, dass eine Übersichtskarte über eine bestimmte Region (z.B. Ostbayern, siehe Abbildung 42) keine aussagekräftigen Informationen enthält und das manuelle Vergrößern der Karte im Vergleich zur Auswahl mit Hilfe der Adreßsuche bzw. der automatischen Standortbestimmung eher mühsam erscheint.

Das Menü selbst beinhaltet 6 Funktionen. „Legende“, „Kartenauswahl“, „Adreßsuche“ sowie „Mein Standort“ sind auch in der Kartenansicht direkt über die Funktionsleiste wie beschrieben abrufbar. Darüber hinaus können durch das Menü noch die Hintergrundkarte verändert bzw. über das Optionen-Menü weitere Einstellungen vorgenommen werden.



Die Funktion „Mein Standort“ ermöglicht dem Nutzer eine automatische Standortbestimmung mit Hilfe eines integrierten GPS-Moduls oder über das Mobilfunknetz. Dabei wird automatisch der Standort bestimmt und die Karte auf den entsprechenden Bereich verschoben und vergrößert dargestellt (vgl. Abbildung 44).



Durch das Aufrufen des Menüpunkts „Kartenauswahl“ wird dem Benutzer der Zugriff auf unterschiedliche Primärkarten gestattet. Im Bereich der Hochwassergefahren handelt es sich dabei um die Überschwemmungsfläche bzw. den Wassertiefenkarten, die im gegebenen Fall nach der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeit gestaffelt werden müssen. Eine gleichzeitige Darstellung von unterschiedlichen Hochwasserereignissen ist bei der Wassertiefe aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht möglich, wodurch auch



diese Form der Auswahl getroffen werden muss. Grundsätzlich könnte die Information auf ein Hochwasserereignis einer bestimmten Wahrscheinlichkeit reduziert werden (wodurch auch dieser Menüpunkt entfallen würde), jedoch widerspricht dies der Hochwasserrisikorientierung und möglicherweise auch der Intention eines Nutzers, sich ein Bild über eine Betroffenheit bei unterschiedlichen Hochwasserereignissen zu bilden. Die Abbildung zeigt eine vereinfachte Auswahl im Vergleich zur Menüstruktur bei Auswahl aus dem Kartenpool (vgl. Abbildung 41), da hier die Zusatztexte bereits mit eingeblendet werden.



Abbildung 43: Hochwassergefahren: Kartenauswahl



Neben der automatischen Standortbestimmung und der manuellen Suche durch die Nutzung der Zoom-Funktion und dem Verschieben des Kartenausschnitts kann der Nutzer mit Hilfe der Funktion „Adreßsuche“ durch Eingabe eines Ortnamens, einer genauen Adresse o.ä. den gewünschten Ort durch eine Abfrage bestimmen und darstellen lassen. Die Karte wird dabei wieder vergrößert für den betreffenden Ausschnitt sowie mittels einer Marke für den gefundenen Ort angezeigt. Nach Anzeigen der Karte bekommt der Nutzer einen Überblick über den Zielort und die Auswirkungen eines Hochwassers der gewählten Eintrittswahrscheinlichkeit. Um genauere Informationen abzufragen, hat der Nutzer die Möglichkeit, über das Legendensymbol auf die Legende sowie eine kurze Beschreibung zuzugreifen.

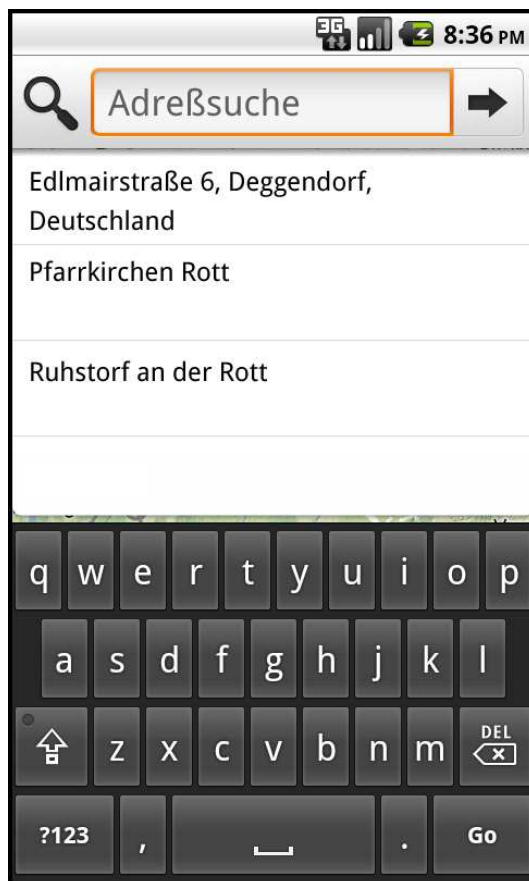


Abbildung 44: Hochwassergefahren: Funktion „Adreßsuche“ (links); Suchergebnis mit Wassertiefenkarte (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)



Bei Abruf der Legende werden zwei Informationen dargestellt. Zuerst erfolgt nochmals die Darstellung der Informationen zum gewählten Hochwasserereignis, darunter die Einblendung der Legende mit den jeweiligen Klassen und der Beschreibung des Themas (z.B. Wassertiefe, siehe Abbildung). Es wurde dabei, wie bereits in den vorangegangenen Kapiteln definiert, auf die Klassenbildung nach dem Prinzip des RISKATCH-Projekts zurückgegriffen. Durch Auswahl einer bestimmten Stelle auf der Kartenanzeige kann die Legendeninformation direkt für den gewählten Punkt abgefragt werden. Durch eine sich ständig verändernde Wassertiefe und den dadurch zahlreichen Polygonen kann es erforderlich sein, den Kartenausschnitt zu vergrößern, um für die gewünschte Stelle eine zuverlässige Abfrage der Legendeninformation auf der Kartenanzeige zu erreichen. Hier zeigen sich Nachteile gegenüber einem Desktop-GIS bzw. einer Desktop Anwendung, wo mit Hilfe einer Maus oder eines alternativen Eingabegeräts eine punktgenaue Abfrage erfolgen kann.

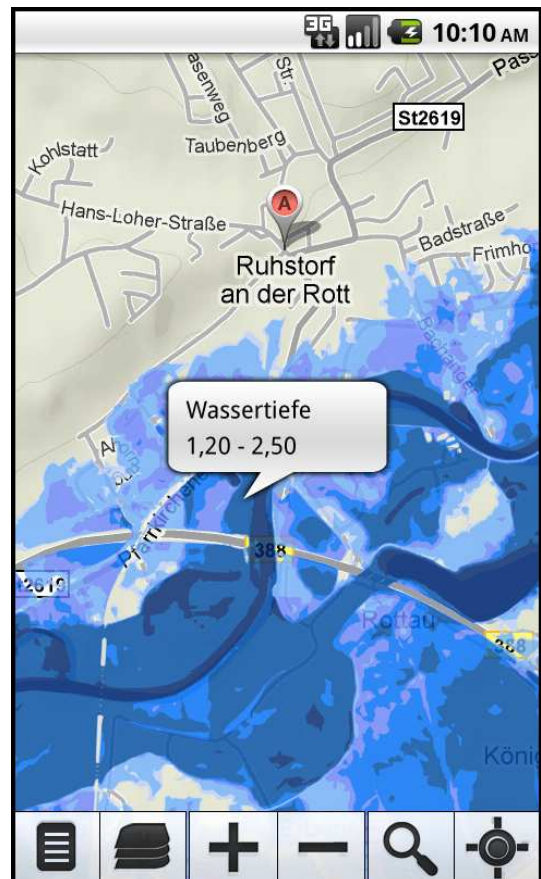
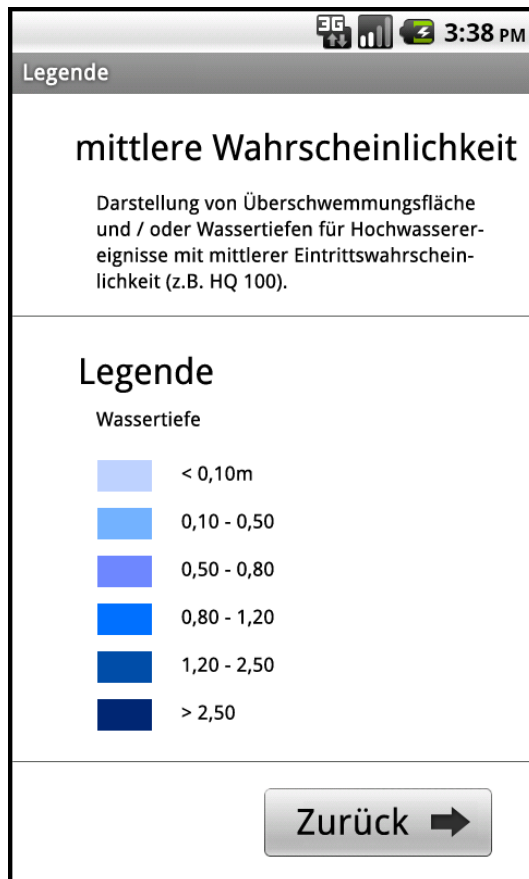


Abbildung 45: Hochwassergefahren: Darstellung der Legende sowie zusätzliche Beschreibung zur gezeigten Primärkarte (links); Abfrage der Legendeninformation in der Kartenanzeige (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas )



Des Weiteren hat der Nutzer die Option, alternative Hintergrundkarten aus einem Pool von verfügbaren Karten auszuwählen, um die dargestellte Karte seinen Wünschen anzupassen. Gerade die Darstellung von Luftbildern als Hintergrund ist für eine quantitative Aussage für den Nutzer von Vorteil, da er damit seine eigene Situation und die Ausdehnung eines Hochwasserereignisses besser abschätzen kann als dies mit alternativem Kartenmaterial der Fall ist. Andere verfügbare Karten, wie z.B. die in Abbildung 44 dargestellte Geländekarte oder auch die Basiskarte geben nur sehr eingeschränkt Auskunft und es kann nur qualitativ die Ausdehnung des Hochwassers und eine eigene Betroffenheit abgeschätzt werden.



Abbildung 46: Hochwassergefahren: Auswahl des Hintergrunds (links); Wassertiefe auf verändertem Hintergrund (rechts) (Basiskarte: ©2010 Google - Kartendaten, Map Data ©2010 Tele Atlas)

# Auswertung

Durch die Möglichkeiten der digitalen Technologie ist die Einhaltung gewisser Richtlinien aus der Kartographie bzw. der graphischen Semiologie nur mehr bedingt erforderlich. Zum Beispiel lässt sich bei der Darstellung eines bestimmten Layers sehr leicht durch das Klicken auf eine bestimmte Stelle die Legende für diese Stelle anzeigen, womit nicht mehr unbedingt auf eine entsprechend starke Abstufung in den Helligkeitswerten geachtet werden muss oder eine detailliertere Abstufung mit mehr Klassen stattfinden kann.

Die Vorteile der Nutzung von Smartphones zum Abruf und zur Darstellung von digitalem Kartenmaterial liegen auf der Hand. Es müssen jedoch bei der Verwendung von Smartphones zum Abrufen von Karteninhalten mit grundsätzlich komplexen Inhalten die Einschränkungen in Hinblick auf Übersichtlichkeit auf einer Karte bzw. der Funktionen berücksichtigt werden. Grundsätzlich empfiehlt sich die Nutzung von bereits vorhandener Infrastruktur und die Anbindung durch Nutzung von Web Map und Web Feature Services, um das Kartenmaterial an Nutzer zu verteilen. Eine Aufbereitung in Form von Applikationen ist unbedingt zu empfehlen, ebenso wie eine entsprechende Integration einer Beschreibung zur jeweiligen Kartenapplikation sowie eine Legende bzw. je nach technischer Umsetzung eine Abfrage direkt auf der Karte. Dadurch wird gewährleistet, dass der Nutzer Informationen nur für das jeweilige Interessensgebiet abrufen kann, ohne eine unübersichtliche Anzahl von möglichen Karten zur Verfügung gestellt zu bekommen.

# Diskussion

Die Verbreitung und Nutzung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten auf Smartphones stellt durch den technologischen Fortschritt und die steigende Verbreitung der Geräte eine bedeutende Möglichkeit dar, Personen über bestimmte Risiken zu informieren. Ein Applikationspaket, welches einem Nutzer den bequemen Abruf von Informationen zum Thema Naturgefahren ermöglicht, ohne dass sich dieser mit der Suche nach der richtigen Internetplattform beschäftigen muss und dadurch eventuell das Interesse an der Information verliert, würde eine optimale Lösung im Sinne der Hochwasserrisikorichtlinie und weit darüber hinaus bedeuten. Die technischen Voraussetzungen sind aufgrund der weiten Verbreitung von Web Map Services und ähnlichen Diensten gegeben. Es müsste lediglich eine Zusammenführung der entsprechenden Informationen und Dienste in Form einer Applikation bzw. eines Applikationspaketes realisiert und dieses entsprechend publiziert werden, um auch von potenziellen Nutzern wahrgenommen werden zu können.

Eine Einbindung von Google Maps oder anderen Kartendiensten ist nur beschränkt sinnvoll, da diese oftmals Restriktionen aufweisen oder teilweise rechtlich bedenklich sind. Auf Seiten der Bundesländer sind darüber hinaus ausreichend Datengrundlagen vorhanden, um sämtliche Hintergrundkarten wie auch Primärinformationen bedienen zu können. Lediglich in Hinblick auf verfügbare Serverkapazitäten müsste eine Evaluation von potenziellem Bedarf durchgeführt werden. Dies ist insbesondere erwähnenswert, da gerade das Beispiel aus Bayern zeigt, dass im Eintrittsfall eines Naturereignisses eine entsprechende Spitze beim Aufruf von Informationen entsteht und einem Zusammenbruch eines Servers nur durch entsprechende Kapazitäten begegnet werden kann.

Smartphones stellen in vielerlei Hinsicht ein optimales Gerät zur Abfrage und Darstellung derartiger Informationen dar. Einzige Negativpunkte sind Laufzeit, eingeschränkte Qualität einer Internetverbindung und Größe des Geräts, sofern man

diese in Hinblick auf die Darstellbarkeit von Karten betrachtet. Auf der anderen Seite weist ein Smartphone unzählige Vorteile auf. Es ist schnell betriebsbereit, unabhängig von einem Stromnetz oder einem Netzwerkanschluss, kann über Wireless LAN (Hotspots) oder Mobilfunktechnologie eine Verbindung zum Internet herstellen oder per GPS sehr leicht den eigenen Standort feststellen. Die eingeschränkte Displaygröße verhindert zwar eine Übersichtlichkeit beim Betrachten einer Karte oder das Präsentieren von einer Vielzahl an Funktionen. Es muss jedoch angemerkt werden, dass in den meisten Fällen eine visuelle Information durch Betrachten der Karte und der Abruf einer entsprechenden Legende als ausreichend betrachtet werden kann. Die Darstellung von Karten und die Aufbereitung von Funktionen ist allerdings bereits sehr gut, ebenso wie die Lesbarkeit insgesamt. Funktionen wie sie z.B. im Rahmen von Web GIS Anwendungen zur Verfügung gestellt werden, sind in einem derartigen Auskunftssystem nicht erforderlich und würden eine Überforderung der Darstellbarkeit bedeuten. Durch die Integration von 4 Basisfunktionen lässt sich der Großteil der Aktionen im Rahmen einer Betrachtung ausführen, wobei darauf zu achten ist, dass wichtige Funktionen wie Suche oder Standortbestimmung vorhanden sind.

Durch die Möglichkeit der Nutzung von Smartphones zu Navigationszwecken und der Nutzung des Traffic Radio Channels (TMC) zum Abruf und Verarbeiten von Stauinformationen durch das Navigationssystem, könnte in weiterer Folge das Kartenmaterial aus den Naturgefahren verwendet werden, um z.B. im Hochwasserfall Gefahrenbereiche wie Unterführungen oder Straßen im Überschwemmungsbereich automatisch zu meiden.

Bei der Umsetzung einer Applikation sollte man sich insbesondere auch mit der Funktionsweise des jeweiligen Betriebssystems vertraut machen und eine Applikation auch an dieser orientieren. Daneben spielen weit verbreitete Applikationen eine Rolle. Durch eine entsprechende Anpassung an Layout und Menüführung tritt ein Wiedererkennungseffekt ein und der einzelne Nutzer kann sehr schnell und intuitiv mit der Applikation interagieren.

Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Erfahrungen aus dem Umsetzungsprozess von anderen Applikationen zeigen, dass ein nicht zu unterschätzender Zeit- und Kostenaufwand im Rahmen der Planung und Umsetzung entsteht.



# Literaturverzeichnis

Amt der OÖ. Landesregierung, 2010. *DORIS – interMAP*. [Online] Verfügbar unter: <http://doris.ooe.gv.at/viewer> [Aufgerufen am 03.11.2010].

Android Developers, 2010. *The Developer's Guide*. [Online] Verfügbar unter: <http://developer.android.com/guide/index.html> [Aufgerufen am 06.05.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010a. *Die EG-Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie und ihre rechtliche Umsetzung*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw_risikomanagement_richtlinie_rechtlich/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw_risikomanagement_richtlinie_rechtlich/index.htm) [Aufgerufen am 22.09.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010b. *Informationsdienst Überschwemmungsgefährdete Gebiete in Bayern*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.geodaten.bayern.de/bayernviewer-aqua/aquaStart.html> [Aufgerufen am 30.07.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010c. *Informationsdienst Überschwemmungsgefährdeter Gebiete (IÜG) – Haftung/Ansprechpartner*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.geodaten.bayern.de/bayernviewer-flood/flood/haftung_ansprechpartner.pdf](http://www.geodaten.bayern.de/bayernviewer-flood/flood/haftung_ansprechpartner.pdf), [Aufgerufen am 03.01.2011].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010d. *Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw_gefahren_risikokarten/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw_gefahren_risikokarten/index.htm) [Aufgerufen am 05.09.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010e. *Informationsdienst Alpine Naturgefahren*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/ian/index.htm> [Aufgerufen am 15.10.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2010f. *Rottauensee*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/staatliche_wasserspeicher/rottauensee/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/staatliche_wasserspeicher/rottauensee/index.htm) [Aufgerufen am 16.10.2010].

Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2011. *Amtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten*. [Online] Verfügbar unter:

[http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw ue gebiete/amtliche festsetzung/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/wasser/fachinformationen/hw_ue_gebiete/amtliche_festsetzung/index.htm) [Aufgerufen am 03.01.2011].

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2010. RIS View: *Das Auskunftssystem zum Rauminformationssystem in Bayern (RISBY)*. [Online] Verfügbar unter: <http://gisportal-umwelt2.bayern.de/risnet/risgen?template=StMWIVTTemplate&preframe=1&askbio=on> [Aufgerufen am 15.10.2010].

Bertin, J., 1974. *Graphische Semiologie (Sémiologie graphique, dt.). Diagramme, Netze, Karten*. 2. franz. Aufl. v. Georg Jensch [u. a.]. Berlin: de Gruyter.

Bibliographisches Institut, 2010. *Duden*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.duden.de/suche/index.php?suchwort=information&suchbereich=mixed> [Aufgerufen am 16.09.2010].

Bill, R. & Fritsch, D., 1991. *Hardware, Software und Daten*. Karlsruhe: Wichmann. (Grundlagen der Geo-Informationssysteme, 1).

BITKOM, 2010a. *Smartphone-Absatz 2011 über der 10-Millionen-Marke*. [Online] Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Verfügbar unter: [http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64046_65897.aspx](http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64046_65897.aspx) [Aufgerufen am 23.12.2010].

BITKOM, 2010b. *Online per Handy erobert den Massenmarkt*. [Online] Berlin: Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. Verfügbar unter: [http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64046_64819.aspx](http://www.bitkom.org/de/markt_statistik/64046_64819.aspx) [Aufgerufen am 23.12.2010].

Bittner, R., 2009. *RIMAX: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse ; Ergebnisse aus der Hochwasserforschung*. [Online] Potsdam. Verfügbar unter: <http://ebooks.gfz-potsdam.de/pubman/item/escidoc:10635:3/component/escidoc:10633/Rimax-001.pdf> [Aufgerufen am 16.06.2010].

Brunner, R. & Saleh, S., 2006. *Mehr Spaß und Infos mit UMTS: Der Ratgeber*. Erstausgabe. Augsburg: Industrial Media-Verlag.

Bundesministerium der Justiz, 2010. *Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts: [v. 31.07.2009, zuletzt geändert durch Gesetz v. 11.08.2010 (BGBl I S. 2585)]; (Wasserhaushaltsgesetz - WHG); (Gesetzestext)*. [Online] Berlin. Verfügbar unter: [http://www.gesetze-im-Online.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-Online.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf) [Aufgerufen am 20.07.2010].

Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2010. *Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung im Rahmen der ERA-NET CRUE-Förderinitiative zur Forschung im Bereich des Hochwasserrisikomanagements Ausschreibung für Verbundforschungsprojekte auf dem Gebiet "Risikobewertung und*

*Risikomanagement: Wirksamkeit und Effizienz von nicht technischen Maßnahmen des Hochwasserrisikomanagements*". [Online] Verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/5654.php> [Aufgerufen am 18.07.2010].

Buziek, G., Dransch, D. & Rase, W.-D., 2000. *Dynamische Visualisierung: Grundlagen und Anwendungsbeispiele für kartographische Animationen*. Berlin, New York: Springer.

Cartwright, W., Peterson, M. P. & Gartner, G., eds., 2007. *Multimedia Cartography*. 2. Auflage. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

CEDIM, 2010a. *RiskExplorer*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.cedim.de/riskexplorer.php> [Aufgerufen am 06.09.2010].

CEDIM, 2010b. *CEDIM RiskExplorer*. [Online] Verfügbar unter: <http://cedim.gfz-potsdam.de/riskexplorer/> [Aufgerufen am 06.09.2010].

Cockburn, A., 2003. *Use Cases effektiv erstellen*. 1. Aufl. Bonn: MITP.

CRUE ERA-NET, 2008a. *Development of flood risk in mountain catchments and related perception (RISKATCH)*. CRUE Research Report No I-2. [Online] CRUE ERA-NET. Verfügbar unter: [http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/RISKATCH_final_report.pdf](http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/RISKATCH_final_report.pdf) [Aufgerufen am 19.09.2010].

CRUE ERA-NET, 2008b. *Systematisation, evaluation and context conditions of structural and non-structural measures for flood risk reduction (FLOOD-ERA)*. CRUE Research Report No I-1. [Online] CRUE ERA-NET. Verfügbar unter: [http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/FLOOD-ERA_Joint_Report_FINAL_web.pdf](http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/FLOOD-ERA_Joint_Report_FINAL_web.pdf) [Aufgerufen am 19.09.2010].

CRUE ERA-NET, 2008c. *Simulation of Flood Risk and non-structural Risk Management (SOFRM)*. CRUE Research Report No I-7. [Online] CRUE ERA-NET. Verfügbar unter: [http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/Simulation_of_Flood_Risk_and_non-structural_Risk_Management_final_report.pdf](http://www.crue-eranet.net/partner_area/documents/Simulation_of_Flood_Risk_and_non-structural_Risk_Management_final_report.pdf) [Aufgerufen am 19.09.2010].

CRUE ERA-NET, 2010. *Project Overview*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.crue-eranet.net/about_CRUE.asp](http://www.crue-eranet.net/about_CRUE.asp) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Duh, H. B.-L., Tan, G. C. B. & Chen, V. H.-h., 2006. *Usability evaluation for mobile device: a comparison of laboratory and field tests*. (MobileHCI '06). New York, NY, USA: ACM.

Europäische Union, 2007a. *Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken*. [Online] Brüssel: Europäische Union. Verfügbar unter: [111](http://eur-</a></p></div><div data-bbox=)

[lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=de&type_doc=Directive&an_doc=2007&nu_doc=60](http://lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=de&type_doc=Directive&an_doc=2007&nu_doc=60) [Aufgerufen am 13.05.2010].

Europäische Union, 2007b. *Bewertung und Bekämpfung von Hochwasser*. [Online] (Letzte Änderung: 29.11.2007) Verfügbar unter: [http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128174_de.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128174_de.htm) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Europäische Union, 2000. *Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik*. [Online] Brüssel: Europäische Union. Verfügbar unter: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32000L0060:DE:NOT> [Aufgerufen am 13.05.2010].

Floodsite, 2009. *Project Overview*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.floodsite.net/html/project_overview.htm](http://www.floodsite.net/html/project_overview.htm) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Free Software Foundation, 2010. *GNU General Public License*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.gnu.org/licenses/licenses.html> [Aufgerufen am 22.09.2010].

Geoland, 2010a. *Neun Länder - ein Geo-Service*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.geoland.at/> [Aufgerufen am 06.09.2010].

Geoland, 2010b. *Geoland - WMS*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.geoland.at/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=71](http://www.geoland.at/index.php?option=com_content&task=view&id=30&Itemid=71) [Aufgerufen am 15.10.2010].

Google, 2010. *KML Elements Supported in Google Maps*. [Online] Verfügbar unter: [http://code.google.com/intl/de-DE/apis/kml/documentation/kmelements_in_maps.html](http://code.google.com/intl/de-DE/apis/kml/documentation/kmelements_in_maps.html) [Aufgerufen am 15.11.2010].

Habersack, H. & Zentrum für Naturgefahren und Risikomanagement Wien, 2003. *Plattform Hochwasser: Ereignisdokumentation Hochwasser August 2002*. [Online] Wien: Zentrum für Naturgefahren u. Risikomanagement (ZENAR) Universität für Bodenkultur. Verfügbar unter: [http://zenar.boku.ac.at/PDF-Files/Hochwasser_2002_Gesamt.pdf](http://zenar.boku.ac.at/PDF-Files/Hochwasser_2002_Gesamt.pdf) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Hake, G., Grünreich, D. & Meng, L., 2002. *Kartographie: Visualisierung raumzeitlicher Informationen*. 8., vollständig neu bearbeitet und erweitert. Berlin u.a.: de Gruyter.

Hochwassernachrichtendienst, 2010. *Hochwasser im August 2002 (mit Berichtigungen vom 28.10.2002)*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.hnd.bayern.de/ereignisse/hw110802/index.htm> [Aufgerufen am 17.11.2010].

Jansen, A. & Scharfe, W., 1999. *Handbuch der Infografik: Visuelle Information in Publizistik, Werbung und Öffentlichkeitsarbeit*. Berlin: Springer-Verlag.

Ketola, P. & Røykkee, M., 2001. The three facets of usability in mobile handsets. *Proceedings of the Workshop of ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. (ACM CHI 2001). Seattle: ACM.

Kohlstock, P., 2004. *Kartographie: Eine Einführung*. Paderborn; Wien u.a: Verlag Ferdinand Schöningh GmbH.

Kraus, K.-H., 2004. *Hochwasser: Naturereignis und Gefahr*. 2., aktualisierte Auflage. [Online] München: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft. (Spektrum Wasser, 1). Verfügbar unter: <http://www.gbv.de/dms/goettingen/394286367.pdf> [Aufgerufen am 16.06.2010].

Kron, W., 2005. Sturmfluten, Flussüberschwemmungen, Sturzfluten – Schäden und Vorsorgestrategien. *Schadenspiegel 3/2005 - Themenheft Risikofaktor Wasser*. München: Münchner Rück.

Kuhlicke, C. (unveröffentlicht). *Stakeholder Typology RISK MAP*. Leipzig: Helmholtz Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ. Department Stadt- und Umweltsoziologie.

Lange, Norbert de, 2006. *Geoinformatik in Theorie und Praxis*. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2010a. *GDI in Bayern*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.gdi.bayern.de/GDI_in_Bayern.html](http://www.gdi.bayern.de/GDI_in_Bayern.html) [Aufgerufen am 15.10.2010].

Landesamt für Vermessung und Geoinformation Bayern, 2010b. *Was ist eine Geodateninfrastruktur?*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.gdi.bayern.de/was_ist_gdi.html](http://www.gdi.bayern.de/was_ist_gdi.html) [Aufgerufen am 15.10.2010].

LAWA, 2010a. *Über die LAWA*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.lawa.de/Ueber-die-LAWA.html> [Aufgerufen am 16.06.2010].

LAWA, 2010b. *Empfehlungen der LAWA zur Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten*. [Online] Dresden: Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Verfügbar unter: [http://www.lawa.de/documents/HWGK15062010_8d8.pdf](http://www.lawa.de/documents/HWGK15062010_8d8.pdf) [Aufgerufen am 05.09.2010].

Lebensministerium, 2006. *Hochwasser 2005 – Ereignisdokumentation*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft.

Lebensministerium, 2010. *Willkommen auf naturgefahren.AT*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.naturgefahren.at/> [Aufgerufen am 15.11.2010].

Mapbender, 2010. *Mapbender Dokumentation*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.mapbender.org/Tutorials#Documentation> [Aufgerufen am 06.09.2010].

MapServer, 2010. *MapServer Documentation*. [Online] Verfügbar unter: <http://mapserver.org/documentation.html> [Aufgerufen am 10.10.2010].

Martini, F. & Loat, R., 2007. *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*. [S.l.]: EXCIMAP. Niederlande.

MUNLV, 2003. *Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten*. [Online] Düsseldorf: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Verfügbar unter: [http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16027/Leitfaden_Hochwassergefahrenkarten.pdf?command=downloadContent&filename=Leitfaden_Hochwassergefahrenkarten.pdf](http://www.uvm.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/16027/Leitfaden_Hochwassergefahrenkarten.pdf?command=downloadContent&filename=Leitfaden_Hochwassergefahrenkarten.pdf) [Aufgerufen am 18.05.2010].

Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Inneren, 2010. *BAYSIS – Bayerisches Straßeninformationssystem*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.baysis.bayern.de> [Aufgerufen am 15.10.2010].

Open Geospatial Consortium, 2010. *About OGC*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.opengeospatial.org/ogc> [Aufgerufen am 22.09.2010].

Prodevelop, 2010. *gvSIG Mini – Main Features*. [Online] Verfügbar unter: <https://confluence.prodevelop.es/display/GVMN/Home> [Aufgerufen am 15.11.2010].

Reumer Tech, 2010. *Documentation of plugin Googlemap*. [Online] Verfügbar unter: <http://tech.reumer.net/Google-Maps/Documentation-of-plugin-Googlemap/> [Aufgerufen am 06.05.2010].

RIMAX, 2010. *BMBF-Förderaktivität "Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse" (RIMAX)*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.rimax-hochwasser.de> [Aufgerufen am 16.06.2010].

RISK MAP, 2011. *Welcome to RISK MAP*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.risk-map.org> [Aufgerufen am 03.01.2011].

Serrhini, K., 2006. What is really perceived on maps?: Toward an objective evaluation of eye perception. In ESPON Consortium (ed), ESPON 3.4.3. *The modifiable areas unit problem: Final Report*. S. 125-133. Luxembourg: The ESPON Monitoring Committee.

Serrhini, K., Rochman, J., Fuchs, S., Dorner, W. & Spachinger, K. (2008). Sémiologie graphique expérimentale et cartographie du risque d'inondation. In Pinet, F. & Miralles, A. (eds), Congrès Inforsid 2008. *Atelier «Systèmes d'Information et de Décision pour l'Environnement»*. S. 31-40. Clermont Ferrand and Montpellier: Cemagref.

StMUGV, 2005. *Schutz vor Hochwasser in Bayern – Strategie und Beispiele*. München: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.

The Eclipse Foundation, 2010. *Eclipse Documentation*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.eclipse.org/documentation/> [Aufgerufen am 07.05.2010].

THECUBE, 2010. *Websiteoptimierung für PDA's*. [Online] Verfügbar unter: <http://www.it-academy.cc/article/438/Websiteoptimierung+fuer+PDA%27s.html> [Aufgerufen am 15.11.2010].

Umweltbundesamt, 2010a. *FloodRisk I*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/klima/klima_projekte/floodrisk1](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/klima/klima_projekte/floodrisk1) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Umweltbundesamt, 2010b. *FloodRisk II*. [Online] Verfügbar unter: [http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/klima/klima_projekte/floodrisk2](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/klima/klima_projekte/floodrisk2) [Aufgerufen am 16.06.2010].

Van Alphen, J., Passchier, R. & Jetten, V., eds., 2007. *Atlas of Flood Maps*. [Online] Netherlands Ministry of Transport, Public Works and Water Management. Verfügbar unter: [http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/pdf/flood_maps_ch1_3.pdf](http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/pdf/flood_maps_ch1_3.pdf) [Aufgerufen am 15.09.2010].

Verkasalo, H., López-Nicolás, C., Molina-Castillo F. J. & Bouwman, H., 2010. Analysis of users and non-users of smartphone applications. *Telematics and Informatics*, 27(3), S. 242-255. Oxford: Elsevier.

Weblication, 2010. *Webseiten für mobile Endgeräte optimieren*. [Online] Verfügbar unter: <http://devblog.weblication.de/blog/webseite-fuer-mobile-darstellung-optimieren.php> [Aufgerufen am 15.11.2010].

Willis, K. S., Hölscher, C., Wilbertz, G. & Li, C., 2009. A comparison of spatial knowledge acquisition with maps and mobile maps. *Computers, Environment and Urban Systems*, 33(2), S. 100–110. Oxford: Elsevier.