Gefahrenatlas Mosel
Grenzüberschreitender Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel - Ein Beitrag zum Hochwasserschutz in Rheinland-Pfalz -

Diplom-Hydrologe Holger Kugel, SGD Nord Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Trier, Deworastraße 8, 54294 Trier email: Holger.Kugel@sgdnord.rlp.de

1 Einleitung und Problemstellung

Die Hochwasserereignisse insbesondere der 90iger Jahre des letzten Jahrhunderts verdeutlichten, dass bisherige angewandte Konzepte und traditionelle Lösungen im Hochwasserschutz, hauptsächlich bestehend aus der Ausweisung von ermittelten Überschwemmungsflächen, rechtzeitiger Warnung bei drohendem Hochwasser, technischer örtlicher Hochwasserschutz und örtlicher Eigenvorsorge, nicht ausreichen. Neue bzw. ergänzende Lösungsansätze, die die bisherigen ergänzen, waren gefragt. Bereits 1995 waren in den Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz [1] solche Lösungsansätze aufgezeigt worden. Die in 2004 von der LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) veröffentlichten „Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz“ [2] verdeutlichen dies nochmals.

Bereits seit Mitte der 90iger Jahre des 20. Jahrhunderts strebte die Wasserwirtschafsverwaltung des Landes Rheinland-Pfalz an, neben einer weiteren kontinuierlichen Verbesserung und dem Ausbau des bisherigen Hochwasserschutzes (Verstärkung des HW-Rückhalts in der Fläche z.B. über die „Aktion Blau“, Optimierung des HW-Meldedienstes, Sanierung bestehender und Bau neuer örtlicher technischer HW-Schutzsysteme) weitergehende Flächeninformationen zu hochwassergefährdeten Bereichen zu erhalten. Die Erstellung von Gefahrenkarten stellte dabei einen fachlich anspruchsvollen und zukunftsweisenden Lösungsansatz dar.

So wurde der «Grenzüberschreitende Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel» als transnationales Projekt des Großherzogtums Luxemburg und des Landes Rheinland-Pfalz im Rahmen des IRMA-Programmes der EU im Jahr 1999 beauftragt. Ziel war es, im Bereich ausgewählter (häufig überfluteter) Flusstäler des Projektgebietes weitergehende Informationen über die Hochwassergefährdung bei Hochwässern seltenerer Eintrittswahrscheinlichkeiten zu erhalten und für weitere Fachplanungen in der Wasserwirtschaft, die Bauleitplanung der Gemeinden und zur Information der betroffenen Bevölkerung zur Verfügung zu stellen.

2 Material und Methoden

Das Projektgebiet umfasste eine Fläche von rund 40’000 ha und ist in der folgenden Abbildung hellblau dargestellt.

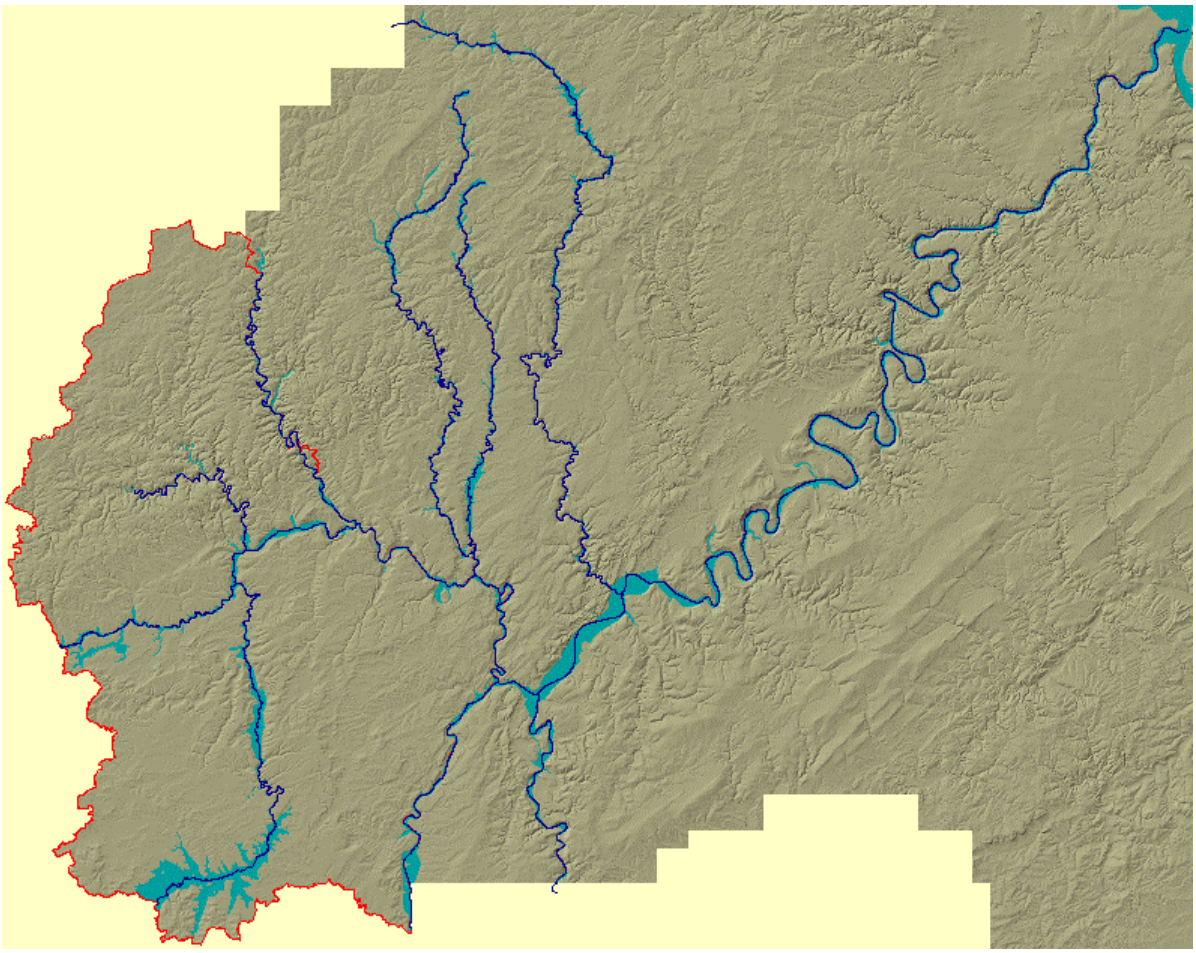

Abbildung 1: Projektgebiet

Innerhalb dieses Gebietes wurden die Flusstäler der in nachfolgender Tabelle aufgelisteten Flussläufe (Tabelle 1) auf einer Gesamtlänge von rd. 840 km untersucht.

Fluss	Von	Bis	Länge (geschätzt)
Sauer	Staumauer Lac de la Haute Sûre	Mündung bei Oberbillig	100 km
Prüm	Quellgebiet bei Willwerath	Mündung bei Minden	85 km
Nims	Quellgebiet bei Schönecken	Mündung bei Irrel	52 km
Our	Staatsgrenze bei Ouren	Mündung bei Wallendorf	55 km
Alzette	Staatsgrenze bei Esch/Alzette	Mündung bei Ettelbrück	60 km
Attert	Staatsgrenze bei Ell	Mündung bei Berg	27 km
Mosel	Staatsgrenze bei Perl/Schengen	Mündung bei Koblenz	242 km
Saar	Landesgrenze Rheinland-Pfalz/Saarland bei Saarhölzbach	Mündung bei Konz	30 km
Kyll	Quellgebiet bei Kronenburg	Mündung bei Ehrang	116 km

Tabelle 1: untersuchte Flussläufe im Projektgebiet

Auftraggeber des Projektes waren für die Wasserwirtschaftsverwaltung Rheinland-Pfalz die heutige Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD) Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Trier und für das Land Luxembourg das Ministère de l´Interieur Luxembourg. Als Auftragnehmer kamen die Ingenieurbüros Ernst Basler und Partner AG (Schweiz), ERSA s.à.r.l. (Luxembourg) und Hydrotec GmbH (Aachen) zum Einsatz. Fachlich begleitet wurde der Projektablauf durch weitere Mitwirkende und zwar die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG Koblenz), Hansa Luftbild GmbH, Space Imaging, TopScan GmbH, Vermessungsbüro Pajonk (Aachen) und Vermessungsbüro Dr. Treinen (Trier).

Darüber hinaus erfolgte eine Projektbegleitung durch eine projektübergreifende Plattform im Rahmen des IRMA-Programmes. Hier erfolgte ein intensiver Erfahrungsaustausch zwischen den Projektbeteiligten ähnlich thematisierter Projekte aus Nordhein-Westfalen, Bayern und Rheinland-Pfalz/Luxembourg im Rahmen mehrere Workshops.

Das Projekt war zunächst in 7 Module gegliedert worden. Alle geografischen Daten basieren auf dem amtlichen Bezugsystem des Landes Rheinland-Pfalz, die Ergebnisse, einschließlich aller digitalen geografischen Daten wurden entsprechend topologisch korrekt ausgeliefert, wobei die Daten des Luxemburger Gebiets zusätzlich im Gauss-Luxemburg-System mit Mittelmeridian 6°10’, mit International-Ellipsoid und mit dem für Luxemburg üblichen Datum-Shift zur Verfügung gestellt wurden.

Modul 1: DHM Land

Für die Fläche des Projektgebiets wurde ein digitales Höhenmodell (DHM) mit einer Rasterweite von 2.5 m und mit einer Höhenauflösung von 0.1 m erstellt.
Das DHM repräsentiert alle für die Gefahrenbereiche relevanten Bruchkanten und abflusswirksamen Bauwerke.
Die Höhengenauigkeit des DHM beträgt für 95 % der Rasterzellen mindestens (d.h. kleiner oder gleich) 0.2 m.
Als Erhebungsmethode kam eine Laserscanner-Befliegung zum Einsatz.
Die Datenerfassung erfolgte in der vegetationsarmen Zeit nach dem ersten Bodenfrost, jedoch nicht bei Hochwasser (keine Ausuferung).
Die Qualitätskontrolle des DHM durch den Auftragnehmer selbst erfolgte dann einerseits anhand von Feldbegehungen, andererseits anhand von Kontrollpunkten.
Die so gewonnenen Rohdaten werden zunächst klassifiziert, die endgültigen Messpunktdaten und die DHM-Daten standen dann nach abgeschlossener Prozessierung und vereinbarter Zwischenabnahme für die Folgebearbeitung zur Verfügung.

Modul 2: Basiskarte

Als Basiskarte in Rheinland-Pfalz wurde die Topographische Karte 1:25.000 verwendet, für das Luxemburger Gebiet die Daten der BD-TOPO 1:5’000 verwendet. Die Vektordaten waren dabei in das Rasterformat zu transformieren, wobei geometrische Differenzen zwischen den Datensätzen im Rahmen einer Qualitätskontrolle bereinigt wurden.

Modul 3: DHM Wasser

Zur Erstellung des digitalen Höhenmodells für den Bereich der Gewässer selbst kamen zunächst, soweit vorhanden, bestehende Quer- und Längsprofile für die Projektgewässer zum Einsatz, die einer Plausibilitätsprüfung unterzogen worden waren.
Für die folgende Gewässer des Projektgebietes Prüm, Nims, Our, Alzette und Kyll waren jedoch vom Auftragnehmer neue Querprofile aufzunehmen. Generell kann gesagt werden, dass dort neue Profile aufgenommen wurden, wo keine Profile vorliegen oder wo die Profildichte der bestehenden Daten nicht ausreichte (Orientierungsmaßstab: innerhalb des besiedelten Gebiets größer als 100 m, außerhalb des besiedelten Gebiets größer als 250 m und bei Querbauwerken im jeweils erforderlichen Umfang). Bei der Profilaufnahme wurde dabei immer auch ein Uferstreifen von durchschnittlich 10 m beidseitig aufgenommen.
Die neu vermessenen Profile wurden vor der Weiterverarbeitung ebenfalls einer Plausibilitätsprüfung unterzogen.
Aus allen bestehenden und den neu vermessenen Profilen konnte anschließend ein Flussbettmodell im Punktformat mit einer Höhenauflösung von 0.1 m erstellt werden.

Modul 4: DHM Total

Aus den bisher ermittelten Daten, d.h. dem DHM Mosel (einschl. Nebenflüsse), dem DHM Saar - wobei für die Saar ein von der BfG Koblenz bereits erstelltes digitales Höhenmodell zum Einsatz kam -, dem DHM Land und dem DHM Wasser konnte nun für die Fläche des Projektgebiets ein digitales Geländemodell (DHM Total) im Rasterformat mit einer Rasterweite von 2.5 m und mit einer Höhenauflösung von 0.1 m erstellt werde. Dabei waren die Schnittstellen zwischen den einzelnen Datensätzen (Lücken, Überlappungen) im Rahmen einer gesonderten Qualitätskontrolle zu bereinigen.

Modul 5: Wasserspiegellagen

Auch hier konnte zunächst auf digital von der BfG zur Verfügung gestellte Wasserspiegellagen sowie die zugehörigen Abflussdaten für die Ereignisse ab HQ50 der Mosel und Saar zurückgegriffen werden.
Der Auftragnehmer übernimmt die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Hochwasserabflüsse und schätzt die fehlenden maßgebenden Hochwasserabflüsse durch Inter- bzw. Extrapolation.

Für folgende Gewässer des Projektgebiets war jedoch eine eindimensionale Wasserspiegellagenberechnung für verschiedene Abflüsse > HQ50 durchzuführen: Sauer, Prüm, Nims, Our, Alzette, Attert und Kyll.
Dabei waren z.B. für die relevanten Sonderbauwerke (Brücken, Wehre) die Gelände- und Gewässersohlengeometrie sowie die abflussbegrenzenden Konturen (Brückenunterkante, Brückenoberkante, Wehrkronenhöhe, Wehrform) zu definieren und in die Berechnung zu integrieren und die hydraulischen Parameter festzulegen, welche dann zunächst anhand eines Abflussereignisses, von dem Abflüsse und Wasserspiegeleinmessungen in ausreichender Qualität vorlagen überprüft und - wo notwendig – angepasst wurden. Das Ergebnis der Modelleichung konnte dann in Form eines Spiegellinienquerschnitts, in dem die berechneten Wasserspiegellagen eingetragen sind, dokumentiert werden.
Mit dem geeichten Modell wurden anschließend die Wasserspiegellagen für die Hochwasserabflüsse HQ50, HQ100, HQ200 und HQextrem berechnet.
Durch die Verschneidung der ermittelten Wasserspiegellagen mit dem DHM Total konnten nun die Überschwemmungsgrenzen bestimmt werden, welche zunächst auch wieder einer Plausibilitätsüberprüfung unterzogen wurden, wobei Flächen, welche unterhalb der berechneten Wasserspiegellage liegen, deren Überflutung jedoch durch eine Bruchkante verhindert wird, besonders gekennzeichnet wurden.

Modul 6: Gefahrenkarte

Für das Projektgebiet konnten nun auch Wassertiefenkarten erstellt werden. Die Wassertiefenlinien besitzen eine Äquidistanz von 0.2 m. Für die 4 Hochwasserabflüsse waren dann - anhand einfacher potential-theoretischer Überlegungen Fliessgeschwindigkeitskarten zu erarbeiten.
Wassertiefen- und Fließgeschwindigkeitskarten waren dann zunächst wieder auf Plausibilität zu überprüfen.
Im Anschluss konnten nun für das Projektgebiet - anhand einer Bewertungsmatrix aus Wassertiefe und Fliessgeschwindigkeit - Gefahrenkarten (Arbeitskarten) für das Ereignis HQextrem, erstellt werden. Die Darstellung erfolgte mehrfarbig, im Format A2 und überlappendem Kartenschnitt im Maßstab 1:25'000, bei 46 Kartenblättern. Dabei werden die folgenden vier Gefahrenbereiche (erhebliche, mittlere, geringe und Restgefährdung) unterschieden (Tabelle 2 und Abbildung 2).

Rot: ***erhebliche Gefährdung***
Personen sind sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden gefährdet. Mit der plötzlichen Zerstörung von Gebäuden ist zu rechnen.

Orange: ***mittlere Gefährdung***
Personen sind innerhalb von Gebäuden kaum gefährdet, jedoch außerhalb. Mit Schäden an Gebäuden ist zu rechnen, jedoch sind plötzliche Gebäudezerstörungen in diesem Gebiet nicht zu erwarten, falls gewisse Auflagen bezüglich der Bauweise beachtet werden.

Gelb: ***geringe Gefährdung***
Personen sind kaum gefährdet: Mit geringen Schäden an Gebäuden bzw. mit Behinderungen ist zu rechnen. Im Inneren von Gebäuden können erhebliche Sachschäden auftreten.

Hellgelb: ***Restgefährdung***
Eine Restgefährdung besteht durch Ereignisse mit sehr geringer Eintretenswahrscheinlichkeit, aber hoher Intensität.

Tabelle 2: Definition der Gefahrenbereiche

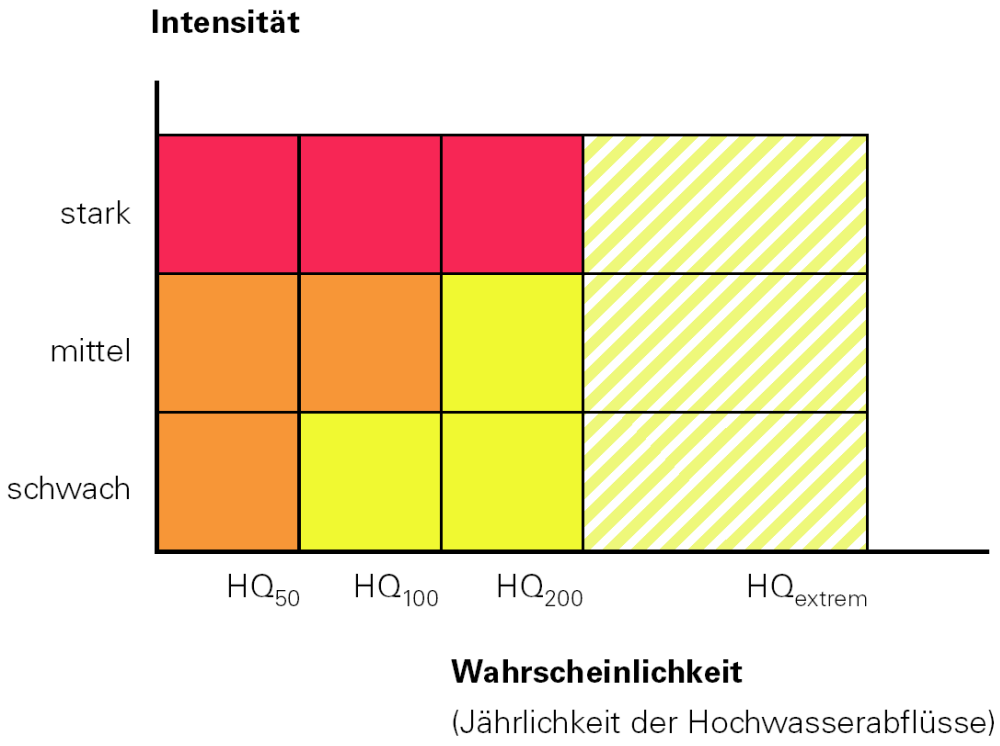

Abbildung 2: Gefahrenmatrix

Zu diesem Entwurf der Gefahrenkarte erfolgte eine Zwischenabnahme.
Für das deutsche Gebiet kamen als Basiskarte ATKIS-Daten, für das luxemburger Gebiet die Daten der BD-TOPO 1:20’000 zum Einsatz.

In einem einführenden Text wird die Datenbasis, die Methodik sowie die Handhabung der Ergebnisse (Legende etc.) dargelegt. Abbildung 3 zeigt ein Kartenbeispiel.

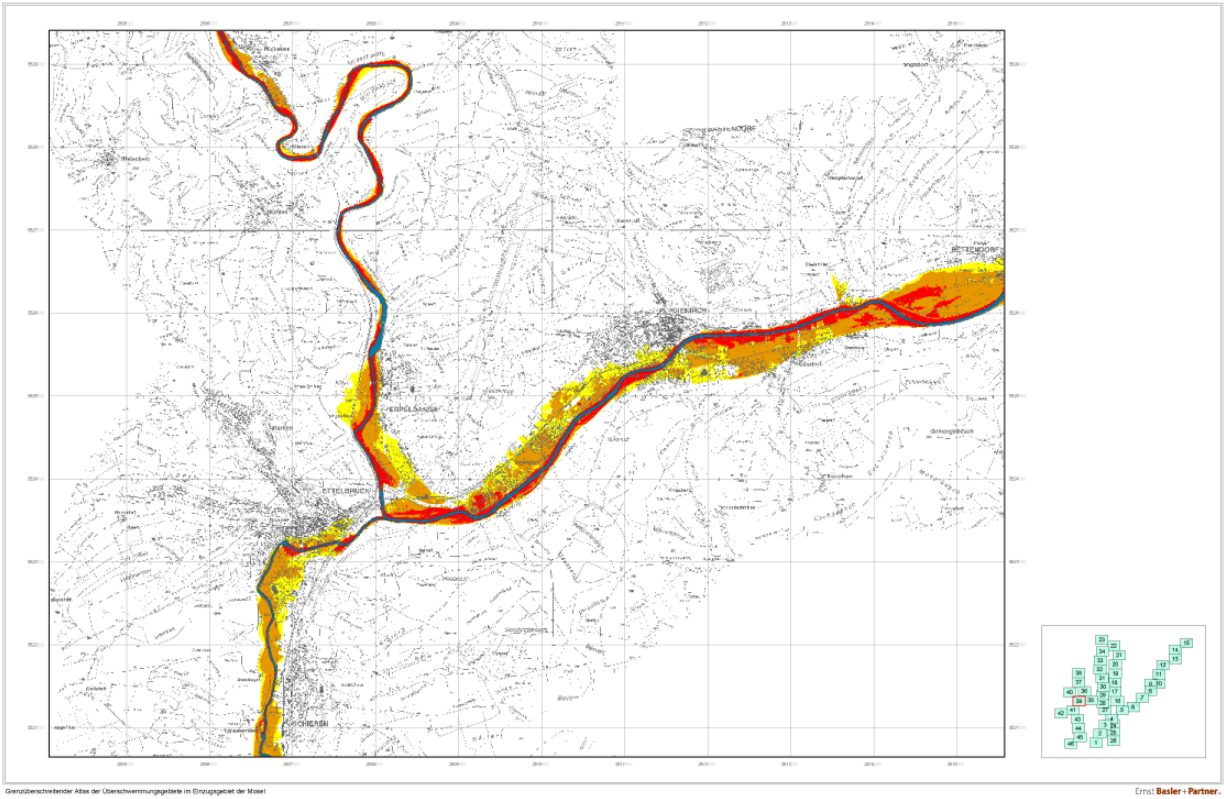

Abbildung 3: Beispiel einer Gefahrenkarte

Mit dieser Gefahrenkarte war nun zunächst ein Kartenwerk entstanden, welches einen ersten Überblick über die Gefahrenbereiche durch Hochwasser im Projektgebiet des deutsch-luxemburgischen Grenzraumes ermöglicht.

Modul 7: Gefahrenatlas – GIS-Atlas

Über diese Gefahrenkarte hinaus, sollte nun eine Software entwickelt werden, welche die Visualisierung beliebiger Ausschnitte der Gefahrenkarte (einschließlich aller Grenzen der ermittelten Überschwemmungsgebiete) innerhalb der Fläche des Projektgebiets in beliebigen Maßstäben erlaubt, wobei der Export eines vordefinierten Kartenschnitts in ein geeignetes Format (z.B. Tiff oder Postscript) zu gewährleisten war.

Der EDV-Atlas umfasst eine Erläuterung, welche sich aus einem allgemeinen Text, sowie für betroffene Ortsbereiche einer grafischen Darstellung der Gefahrenkarte und einem speziellen Text zu den Hochwasserverhältnissen der Ortsgemeinde zusammensetzt. Die EDV-Lösung beinhaltet außerdem eine Benutzerschnittstelle, welche eine Bearbeitung und Erweiterung des speziellen Textes auch später jederzeit ermöglicht.

Zusätzlich wurden noch IKONOS - Satellitendaten beschafft und im digitalen Gefahrenatlas integriert.
Dieser EDV-basierte Atlas wurde nach Fertigstellung an je einem Arbeitsplatz in Luxemburg und Trier installiert. Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt des GIS-Atlasses.

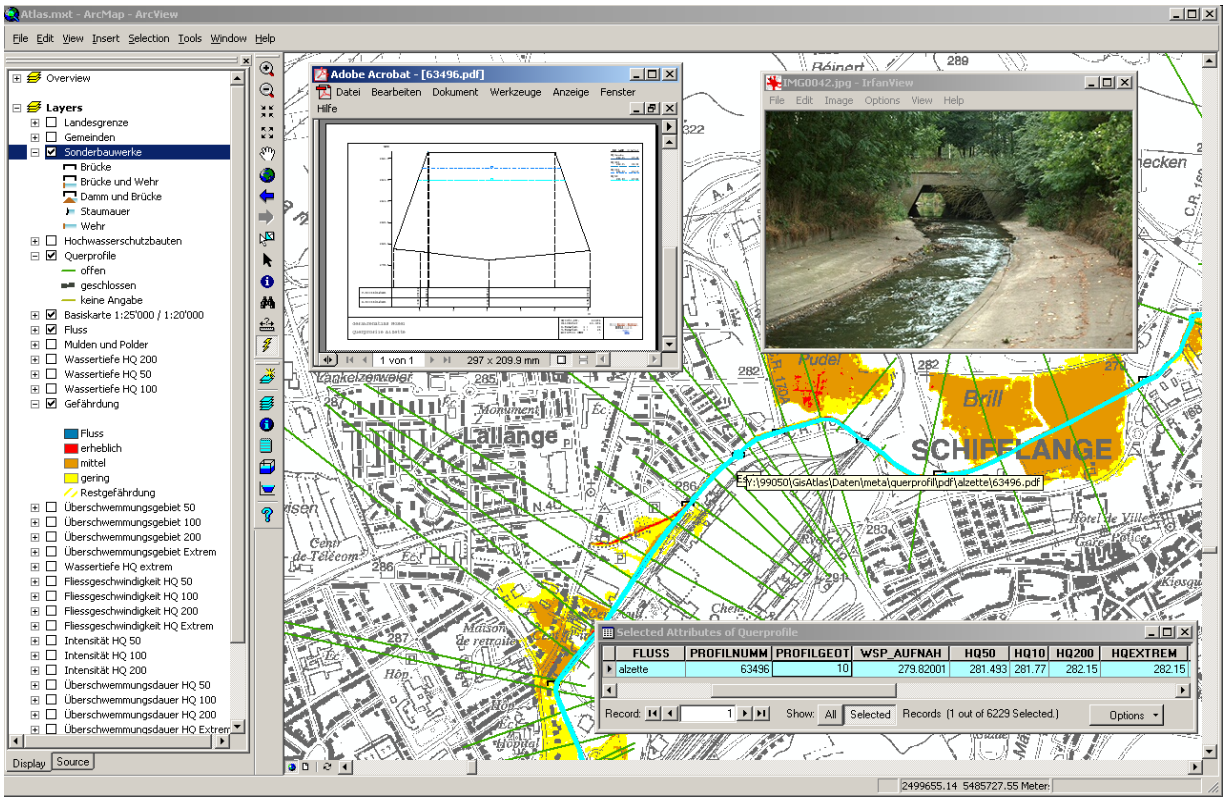

Abbildung 4: GIS-Atlas, Beispieldarstellung

Die Projektergebnisse liegen somit nun also nicht nur als Karten, sondern auch digital auf GIS-Arbeitsplätzen vor. Mit Hilfe dieses «GIS-Atlas» kann sich der Fachanwender die für seine Interessen notwendigen Daten, zu denen auch im Projekt ermittelte Überschwemmungsdauern und Satellitenfotos gehören, gezielt zusammenstellen und spezialisierte Auswertungen durchführen. Neben den Fachleuten kann jedoch auch die betroffene Bevölkerung sich über interaktive Internetdarstellungen unter www.gefahrenatlas-mosel.de und www.gismosel.lu informieren. Diese beiden Internet-Seiten sind öffentlich zugänglich und erlauben es dem Besucher Hochwasserinformationen für einen beliebigen Punkt abzufragen.

3 Zusammenfassung

Der «Grenzüberschreitende Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel» wurde im November 2002 fertiggestellt. In diesem „Gefahrenatlas Mosel“ geben 46 Kartenblätter im Maßstab 1: 25 000 einen Überblick über die Gefahrenbereiche durch Hochwasser im deutsch-luxemburgischen Grenzraum. Betrachtet wurden hierfür Hochwasserabflüsse mit den Jährlichkeiten 50, 100, 200 und extrem.

Mit modernsten Fernerkundungsmethoden wurden die Talräume von Mosel, Saar, Sauer, Our, Prüm, Nims und Kyll sowie Attert und Alzeztte über eine flugzeuggestützte Lasercannermessung aufgenommen. Das erzeugte digitale Geländemodell hat bei einer Maschenweite von 2 m eine Höhengenauigkeit von 0,2 m.
Aus terrestrisch aufgenommenen Flussprofilen und digitalem Geländemodell wurde ein geschlossenes Flusstalmodell erstellt. Für die im wesentlichen aus Pegelstatistiken abgeleiteten Hochwasserabflüsse wurden eindimensionale Wasserspiegellagenberechnungen durchgeführt. Die Überschwemmungsgebiete ergaben sich durch Verschneidung der Wasserspiegel mit dem DGM.
Die Darstellung der Überschwemmungssituation erfolgt jedoch nicht nur durch die bekannte Abgrenzung von Überschwemmungsgebieten, sondern ergänzend durch die Einteilung in 4 Gefahrenstufen, die neben der Eintretenswahrscheinlichkeit weitere Parameter, wie die jeweilige Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit berücksichtigen. Auch konnte zusätzlich der Parameter Überschwemmungsdauer ermittelt und in der EDV-Lösung integriert werden.
Außerdem wird das Projekt in einer Broschüre „Wasser kennt keine Grenzen“ vorgestellt.
Die im Projekt erarbeiteten Grundlagen und Resultate bieten eine optimale Basis für die Maßnahmenplanung in den Flusseinzugsgebieten der Mosel. Dabei können verschiedene Aspekte im Vordergrund stehen: Maßnahmen mit wasserwirtschaftlicher Zielrichtung (z.B. Wiedergewinnung oder Schaffung von Rückhalteräumen, Gewässerentwicklungsmaßnahmen, Hochwasserschutzbauten, Objektschutzmassnahmen), ökologische Aufwertungen (z.B. Wiederherstellung von Auen, extensive Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen etc.) oder Einsatzplanungen für den Ereignisfall.
Das Projekt konnte nach gut 3 –jähriger Laufzeit im Herbst 2002 abgeschlossen werden und kostete insgesamt 2 Mio €, wobei hiervon 940.000 € als EU- Förderung im Rahmen des IRMA-Programmes zur Verfügung standen.

4 Literatur

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (1995): Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2004): Instrumente und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Trier (2002): Gefahrenatlas Mosel

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Trier (2004): Projektdokumentation und Arbeitsmaterialien zum Gefahrenatlas, zum GIS-Atlas und zur Internetlösung

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Regionalstelle Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft, Bodenschutz Trier (2004): Arbeitsmaterialien zum Hochwasserschutz und Hochwassermeldedienst sowie Gesetze und Vorschriften