

GRENZÜBERSCHREITENDER ATLAS DER ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE WASSER KENNT KEINE GRENZEN IM EINZUGSGEBIET DER MOSEL



GROSSHERZOGTUM LUXEMBURG

RHEINLAND-PFALZ

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT

Europäischer Fonds
für Regionale Entwicklung



WASSER KENNT KEINE GRENZEN

Hochwasser und Überschwemmungen

Zwischen 1993 und 1995 wurden die Gebiete an Mosel, Saar, und Sauer gleich drei Mal durch starke Hochwasser heimgesucht. Dies entspricht einer allgemein feststellbaren Tendenz: In den letzten Jahren kam es an zahlreichen Flussläufen Mitteleuropas zu einer Häufung extremer Hochwasser. vielerorts entstanden durch Überschwemmungen und deren Folgen hohe Sachschäden.

Die Hochwasser um Mosel, Saar, und Sauer waren von einem Ausmass ortsübergreifender, regionaler Bedeutung. Eine zusammenhängende Betrachtung im Einzugsgebiet dieser grösseren Flüsse drängte sich deshalb auf.

Das IRMA-Programm

Im Dezember 1997 genehmigte die Europäische Kommission das IRMA-Programm (INTERREG Rhein-Maas-Aktivitäten). Es soll neue und nachhaltige Lösungen für die Hochwasserproblematik aufzeigen. Die Strategie: Die Hochwassergefahr wird in weitem Rahmen betrachtet und übergreifende Zusammenhänge werden betont. Dazu gehört die Abhängigkeit des Überschwemmungsrisikos von der Raumordnung (z. B. der Landnutzung) und vom Raum, der dem Fluss zur Verfügung steht. Im Einzugsgebiet der Mosel ist die grenzüberschreitende Zusammenarbeit

in den Bereichen Wasserwirtschaft und Raumplanung von besonderer Bedeutung.

Geeignete Planungsgrundlagen reduzieren das Ausmass von Hochwasserschäden. Gefahrenkarten ermöglichen eine fundierte Planung und Reglementierung der Landnutzung, insbesondere, was die Erstellung von neuen Infrastrukturen betrifft. Mit Hilfe von grenzüberschreitenden Gefahrenkarten lassen sich auch Schutzmassnahmen für bestehende Bauten oder Ortsteile im regionalen Kontext überprüfen.

Abb. 1: Das Projektgebiet im Grenzgebiet Luxemburg und Rheinland-Pfalz. Es umfasst neun Gewässer im Einzugsgebiet der Mosel mit einer Flusslänge von insgesamt 840 km.



DAS PROJEKT

Der „Grenzüberschreitende Atlas der Überschwemmungsgebiete im Einzugsgebiet der Mosel“ ist ein transnationales Projekt des IRMA-Programms. In einem ersten Arbeitsschritt wurden die durch Hochwasser gefährdeten Gebiete im Einzugsgebiet der Mosel einheitlich erfasst und nach ihrem Gefährdungsgrad klassifiziert. Hierzu wurden zunächst die notwendigen Grundlagen ermittelt und aufbereitet sowie fehlende Grundlagen erarbeitet. Auf dieser Basis entwickelten Experten eine systematische, in jedem Fall nachvollziehbare Methode zur Gefahrenbeurteilung. Die Resultate dieser Beurteilung wurden kartografisch dargestellt für die kommunale, die regionale und die grenzüberschreitende Ebene. Auf der Grundlage der Resultate können schliesslich die Information der Bevölkerung über potenzielle Gefahren und die einheitliche Reglementierung der Landnutzung erfolgen.

Das Projektgebiet umfasst neben dem Moseltal auch die Täler aller wichtigen Nebenflüsse von der französisch-luxemburgischen Grenze flussabwärts. Dies sind Saar, Sauer, Alzette, Attert, Our, Prüm, Nims und Kyll (vgl. Abb. 1). Das Gebiet umfasst rund 840 km Flusslänge und eine Fläche von 430 km², in Luxemburg und Rheinland-Pfalz/Deutschland.

Das Projekt brachte im Ergebnis zwei Produkte hervor: den Gefahrenatlas und den GisAtlas.

Der Gefahrenatlas

Informationen zur Hochwassergefahr

Der Gefahrenatlas bietet wichtige Informationen zur Hochwassergefahr für alle interessierten Kreise: die betroffene Bevölkerung (u.a. Grundeigentümer) und die zuständigen Behörden oder Fachleute aus verschiedenen Disziplinen. Auf 46 Kartenblättern im Masstab 1:25 000 bietet er einen Überblick über die Gefahrenbereiche durch Hochwasser (vgl. Abb. 2).

Erhebung der Gefahrenbereiche

Die Gefahrenbereiche werden aus der Hochwasserintensität (Überschwemmungstiefe und Fließgeschwindigkeit) und der Eintretenswahrscheinlichkeit hergeleitet. Mit der hydraulischen Modellierung werden Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten für verschiedene Hochwasserereignisse berechnet, wofür Flussprofile sowie hydrologische Daten im Einzugsgebiet die Grundlage liefern. Die Ergebnisse der hydraulischen Modellierung sowie ein hochpräzises digitales Höhenmodell (DHM) ermöglichen sodann die Ableitung der gefährdeten Bereiche. In einem zusätzlichen Arbeitsschritt wird die Dauer der Hochwasserereignisse berechnet. Dadurch erhält man Informationen, wie lange Schutzbauwerke (z. B. Deiche) bei verschiedenen Hochwasserereignissen eingestaut werden, und somit Hinweise auf die Gefährdungssituation der Bauwerke.

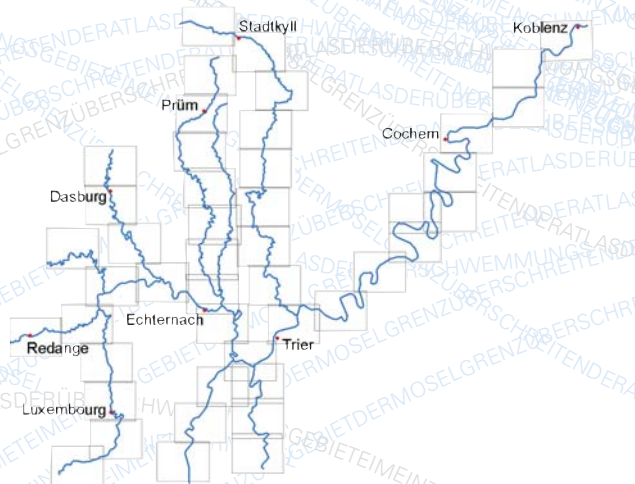


Abb. 2: Der Gefahrenatlas bietet auf 46 Kartenblättern im Masstab 1:25'000 einen Überblick über die Gefahrenbereiche durch Hochwasser.

Gefahrenstufen

Die Gefahrenkartierung bzw. die Herleitung der Gefahrenstufen stützt sich auf das methodische Vorgehen, das die Schweiz für die gleiche Fragestellung anwendet: Der Grad der Gefährdung wird durch die Intensität (Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit) eines Hochwasserereignisses und dessen Eintretenswahrscheinlichkeit ausgedrückt. Diese beiden Parameter werden gemäss der Gefahrenmatrix, einem Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm (vgl. Abb. 3), zu Gefahrenstufen zusammengefasst.

Die Gefahrenstufen zeigen den Grad der Gefährdung von Menschen, Tieren und Sachwerten. Es werden drei Stufen unterschieden, dargestellt durch rote (erhebliche Gefährdung), orange (mittlere Gefährdung) und gelbe Farbe (geringe Gefährdung). Um auch Angaben über die Restgefährdung machen zu können, wurde zusätzlich eine Überprüfung der Gefahrensituation für sehr seltene, extreme Ereignisse (HQ_{extrem}) vorgenommen. Die betroffenen Flächen sind gelb-weiss gestreift dargestellt (vgl. Abb. 4).

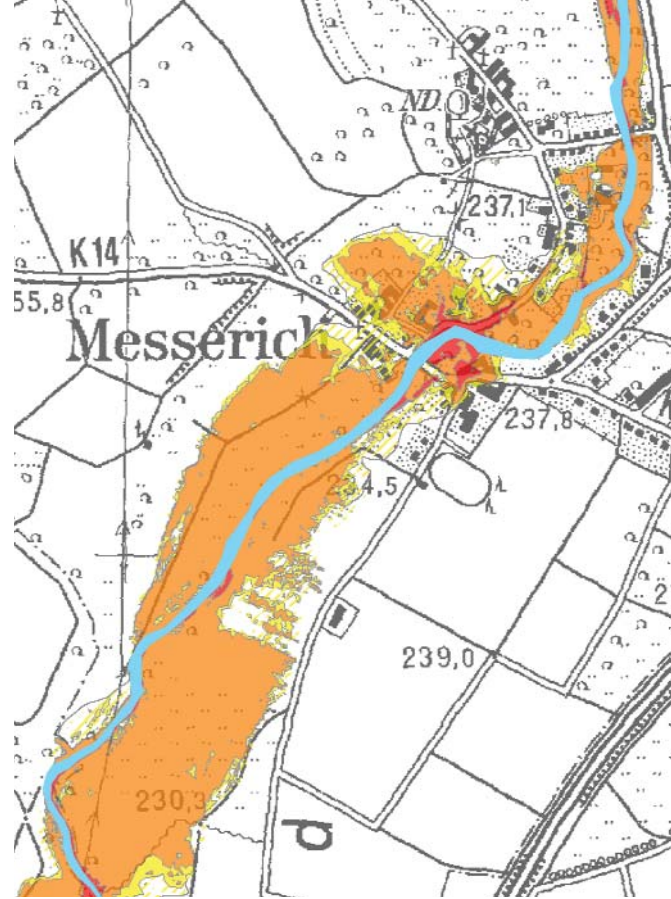
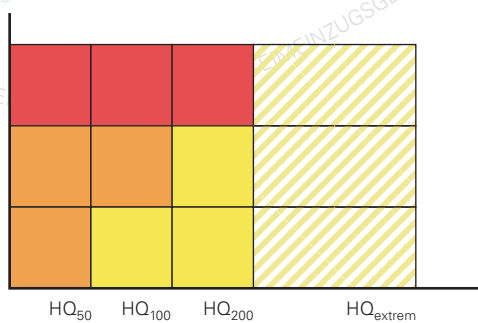


Abb. 4: In der Gefahrenkarte werden drei Stufen sowie eine Restgefährdung unterschieden.



Intensität



Wahrscheinlichkeit

(Jährlichkeit der Hochwasserabflüsse)

Bedeutung der Gefahrenstufen

- 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.

Der Atlas gibt Auskunft über die Gefahrensituation durch Hochwasser, enthält jedoch keine Angaben zum Schadenpotenzial oder zur Schadenerwartung.

Abb. 3:

Die Festlegung der Gefahrenstufe erfolgt in einem Intensitäts-Wahrscheinlichkeits-Diagramm. Die Intensität ist dabei abhängig von Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit.

Der GisAtlas

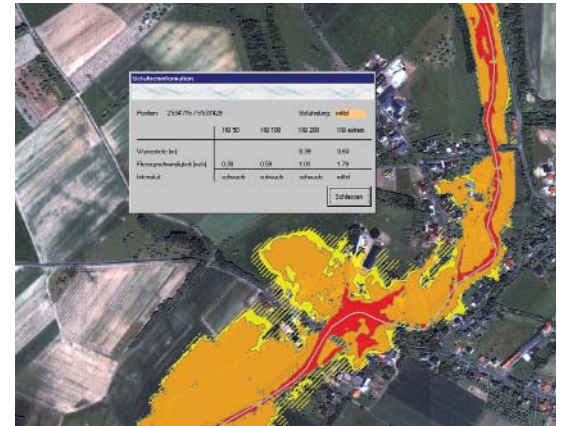
Bestmögliche Nutzung der Resultate

Auf dem Weg zu den Gefahrenkarten des Atlases wurden verschiedene Zwischenprodukte erzeugt, die im Gefahrenatlas nicht dargestellt sind, wie beispielsweise das digitale Höhenmodell, die Satellitenorthofotos, die Pläne der Querprofile oder die Fotos der Sonderbauwerke. Jede einzelne dieser Informationsgrundlagen ist auch für sich genommen von grossem Nutzen und eröffnet den Fachleuten durch die kombinierte Auswertung der Daten zusätzliche Möglichkeiten der Gefahrenanalyse. Beispielsweise lassen sich Nutzungskonflikte in 3D besonders wirkungsvoll darstellen.

Integration der Daten in einem GIS

Aus diesem Grund sind die bestehenden und neu erfassten Daten in ein geografisches Informationssystem (GIS) integriert worden. Damit lassen sich die raumbezogenen Daten verwalten, verarbeiten, analysieren und darstellen. Das GIS erlaubt beispielsweise die Verbildlichung verschiedener Informationsgrundlagen in einem beliebigen Ausschnitt und Massstab. Es richtet sich insbesondere an Fachleute aus den Bereichen der Raumplanung, des Natur- und Landschaftschutzes und der Wasserwirtschaft.

Mit Hilfe des GisAtlas kann sich ein Benutzer die für seine Interessen notwendigen Daten gezielt zusammenstellen, die räumlichen und thematischen Informationen eines Objekts am Bildschirm anzeigen lassen oder die überflutete Fläche in einem definierten Gebiet berechnen. Die Resultate der Abfrage können in eine Datei exportiert oder ausgedruckt werden (vgl. Abb. 5 bis 8).



5

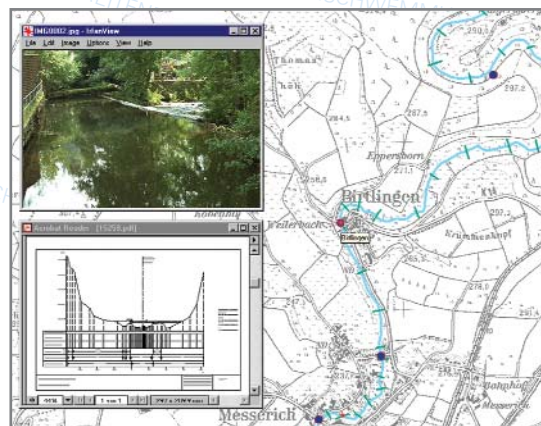


6

Abb. 5:
Zusätzlich zur Gefahrenkarte kann für jeden beliebigen Punkt Wassertiefe und Fließgeschwindigkeit abgefragt werden.

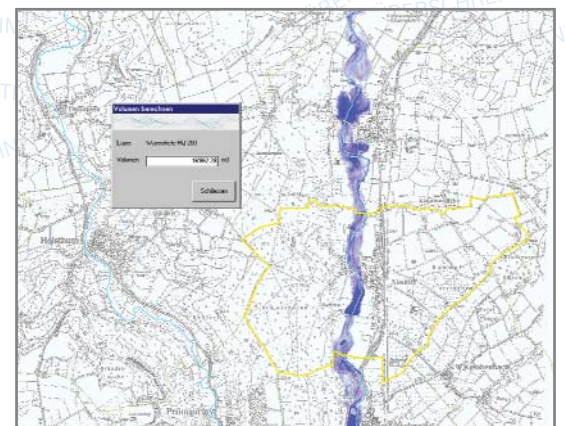
Abb. 6:
Die Wassertiefe kann als Flächeninformation für alle vier Hochwasserereignisse angezeigt werden – hier z.B. für das HQ200.

Abb. 7:
Sonderbauwerke wie Brücken und Wehre sowie Querprofile können als Fotografie bzw. als Querschnittsplan visualisiert werden.



7

Abb. 8:
Das Wasservolumen eines Hochwasserereignisses kann basierend auf der Wassertiefe z.B. pro Gemeinde berechnet werden.



8

Informationsgrundlagen

Für die Erstellung des Gefahrenatlases wurden verschiedene Informationsgrundlagen benötigt und im GIS zusammengefasst. Die wichtigsten Grundlagen sind:

Querprofile

Querprofile beschreiben das Relief eines Flusslaufes. Diese Information wurde bei der Herstellung der Gefahrenkarten für folgende Arbeiten genutzt:

- Ergänzung des digitalen Höhenmodells im Flusslauf
- Bestimmung der Wasserspiegellagen mit Hilfe der hydraulischen Modellierung

Für Gewässerabschnitte an Mosel, Saar, Kyll, Sauer und Alzette lagen bereits Querprofile vor. Diese konnten übernommen werden. Für die restlichen Gewässer wurden zwischen Oktober 1999 und Mai 2001 über 2000 Profile neu vermessen. Der Abstand zwischen den Profilen betrug in Siedlungsgebieten 100 m und ausserhalb der Siedlungsgebiete 250 m. Die Vermessung erfolgte für die kleineren Gewässer tachymetrisch, für die grösseren Gewässer durch Bootsvermessung (vgl. Abb. 9).

Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten

Die Wasserspiegellagen und Fließgeschwindigkeiten wurden für verschiedene Hochwasserereignisse bestimmt und für die Herleitung folgender Informationen verwendet:

- Bestimmung der Überschwemmungsgebiete für verschiedene Hochwasserereignisse
- Bestimmung der Überschwemmungsgebiete für unterschiedliche Einstaudauern
- Bestimmung der Intensitäten verschiedener Hochwasserereignisse

Die Modellierung erfolgte mit Hilfe von eindimensionalen instationären Simulationsprogrammen. Neben der Geometrie des Flusslaufes und der Vorland-

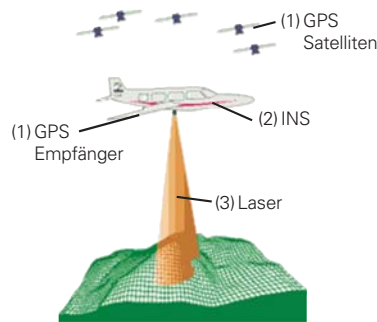


Abb. 11: Die Erfassung des Reliefs erfolgte mit flugzeuggestützter Laserscannermessung. Das Verfahren basiert im Wesentlichen auf folgenden Sensoren: Laserscanner, Empfänger GPS (Globales Positionierungssystem) und inertiales Navigationssystem

bereiche (Querprofile) wurden dazu hydraulische Parameter (z.B. Rauigkeits- und Bewuchsbeiwerte) und die erwarteten Abflüsse (HQ_x) benötigt. Die Abflüsse basieren auf der Auswertung vorhandener Daten von Pegelstationen (vgl. Abb. 10).

Die Resultate wurden mit Hilfe von historischen Ereignissen sowie den gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebieten überprüft und durch Feldbegehungen im Winter 2001/2002 zusätzlich plausibilisiert.

Digitales Höhenmodell

Das digitale Höhenmodell (DHM) ist zentraler Bestandteil der Herstellung von Gefahrenkarten. Es wurde im Rahmen des Projekts für folgende Arbeiten eingesetzt:

- Verlängerung der im Feld vermessenen Querprofile bis ins Vorland
- Berechnung des Überschwemmungsgebietes für verschiedene Hochwasserereignisse
- Orthorektifizierung (geometrische Korrektur) der Satellitenbilder
- Darstellung des Geländes als Schräglichtschattierung oder in 3D

Für diese Relieferfassung gelangte die flugzeuggestützte Laserscannermessung zum Einsatz (vgl. Abb. 11). Der Laser tastet einen Geländestreifen quer zur Flugrichtung ab. Dabei wird die Entfernung zwischen Sensor und Erdoberfläche über die Laufzeitmessung eines Laserstrahls ermittelt. Die Position und Lage des Sensors im Raum wird aus GPS- und Inertialmessungen berechnet. Zusammen mit der Scanwinkelmessung lässt sich für jeden Reflexionspunkt des Laserstrahls auf der Erdoberfläche die Position, d. h. Rechtswert, Hochwert und Höhe, bestimmen.



9



10

Abb. 9: Querprofile beschreiben das Relief eines Flusslaufes. Die Vermessung erfolgte tachymetrisch.

Abb. 10: An Pegelstationen wird der Wasserstand meist permanent gemessen und gespeichert. Anhand stabiler Wasserstands-Abfluss-Beziehungen (W/Q) werden dann die Abflüsse bestimmt.



Abb. 13: Ikonos-Satellitenbild. Das ursprüngliche Farbbild hat eine räumliche Auflösung von 4 m, wurde aber durch das 1-m-Schwarzweissbild geschärft. Dadurch sind auch kleine Strukturen noch sichtbar.

Das Untersuchungsgebiet wurde in der laubfreien Zeit überflogen, zwischen Februar und März 2000 sowie im Februar 2001. Das Sensorsystem war dabei so zu konfigurieren, dass die Messpunkte am Boden eine Dichte von rund 2,5 m aufweisen. Aus diesem Basismodell erstellten Fachleute ein Matrixmodell mit einer Maschenweite von 2 m.

Topografische Karten

Informationen über die Topografie bilden die Grundlage für die Gefahrenkartierung. Topografische Karten wurden im Projekt für folgende Aufgaben eingesetzt:

- Planung der Relief- und Querprofilvermessung
- Lagebestimmung der Querprofile
- Festlegung der hydraulischen Parameter bei der Hochwassermodellierung
- Auswahl von Passpunkten für die Orthorektifizierung der Satellitenbilddaten
- räumliche Orientierung der Gefahrenstufen im Atlas und im Informationssystem

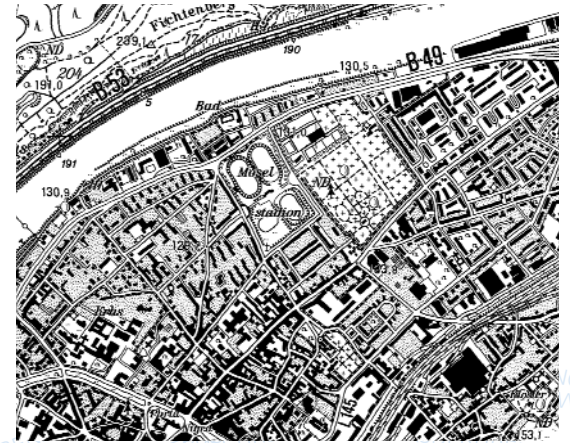


Abb 12: TK25. Sie diente als Basis für das rheinland-pfälzische Untersuchungsgebiet.

Für das rheinland-pfälzische Untersuchungsgebiet stand die topographische Karte 1:25'000 (TK 25) zur Verfügung (vgl. Abb. 12). Sie wurde fotogrammetrisch aus Schwarzweiss-Luftbildern hergestellt.

Für das luxemburgische Untersuchungsgebiet wurde die Topo/Carto 1:20'000 (TC20) verwendet. Dieses Produkt ist direkt von der Base de Données Topo/Cartographique du Luxembourg (BD-LTC) abgeleitet. Deren Vektoren wurden ebenfalls aus einer fotogrammetrischen Überfliegung hergestellt.

Digitales Satellitenorthofoto

Orthofotos bieten eine ideale Ergänzung zu topografischen Karten. Im Gegensatz zu den Karten sind sie nicht generalisiert und stellen die eigentliche Rohinformation dar (vgl. Abb. 13).

Das digitale Satellitenorthofoto ist in diesem Projekt für folgende Aufgaben eingesetzt worden:

- Festlegung der hydraulischen Parameter bei der Hochwassermodellierung
- räumliche Orientierung der Gefahrenstufen im Informationssystem
- Erkennen von aktuellen Nutzungskonflikten im Bereich der Überschwemmungsgebiete
- Ergebnisvisualisierung

Für die Herstellung konnten über 50 Szenen des amerikanischen Satelliten Ikonos-2 verwendet werden. Dieses Aufnahmesystem ist seit September 1999 in seiner Umlaufbahn. Die Szenen wurden zwischen Juni 2000 und Juli 2001 teilweise von der europäischen Bodenempfangsstation in der Nähe von Athen, teilweise von der amerikanischen Bodenempfangsstation in Thornton (Colorado) empfangen.

Der Sensor besitzt einen Schwarzweiss-Kanal mit 1 m räumlicher Auflösung sowie vier Farbkanäle (blau, grün, rot und nahinfrarot) mit 4 m räumlicher Auflösung. Die Breite des Abtaststreifens beträgt 11 km. Aus den 1-m-Schwarzweiss- und den 4-m-Farbdaten wurde in einem ersten Schritt ein geschärftes Farbbild mit einer räumlichen Auflösung von 1 m hergestellt. In einem zweiten Schritt wurden die Bilder mit Hilfe von Passpunkten, einem Sensormodell sowie dem digitalen Höhenmodell orthorektifiziert, also geometrisch korrigiert. In einem dritten Schritt erfolgte die Zusammenfügung der einzelnen Bilder zu einem Mosaik.

DIE WEITERVERWENDUNG DER GRUNDLAGEN UND RESULTATE

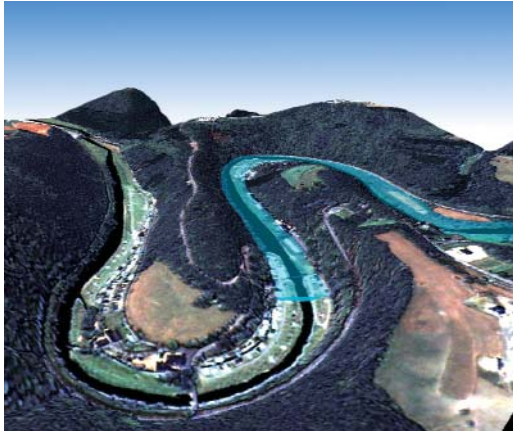


Abb. 14: Überlagerung des Satellitenbildes (Ikonos-2) mit dem DHM (Laserscanning) im Gebiet der Sauer. Mit Hilfe dieser computergestützten 3D-Visualisierung lassen sich die modellierten Wasserspiegel eines Hochwasserereignisses anschaulich darstellen.



Abb. 15: Weitere Informationen zum Projekt findet man auf der Webseite www.gismosel.lu

Massnahmenplanung

Die im Projekt erarbeiteten Grundlagen und Resultate bieten eine optimale Basis für die Massnahmenplanung in den verschiedenen Flusseinzugsgebieten. Dabei können Massnahmen mit wasserwirtschaftlicher Zielrichtung (z.B. Wiedergewinnung oder Schaffung von Rückhalteräumen, Gewässerentwicklungsmassnahmen, Hochwasserschutzbauten, Objektschutzmassnahmen), ökologische Aufwertungen (z.B. Wiederherstellung von Auenwäldern, extensive Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen etc.) oder Einsatzplanungen für den Ereignisfall im Vordergrund stehen.

Der GisAtlas ist modular aufgebaut, wodurch die Aufnahme weiterer Informationsebenen (z.B. Beschreibungen, Hochwasserschutzprojekte, Einsatzpläne) ebenso möglich sind, wie die Erweiterung des Projektgebietes mit weiteren Flussläufen.

Reglementierung der Landnutzung

Die Gefahrenkarten ermöglichen eine fundierte Reglementierung der Landnutzung. Dazu gehören beispielsweise Zulassungen bzw. Einschränkungen bei der Errichtung von Bauwerken oder die Ausweisung von Baugebieten.

Risikobetrachtungen

Unter Anwendung von spezifischen Vermögenswerten und Hochwasser-Schadensfunktionen können für verschiedene Hochwasserereignisse Schadenerwartungswerte hergeleitet werden. Durch Verschneidung dieser Informationen mit den Gefahrenbereichen aus dem Gefahrenatlas lassen sich die Hochwasserrisiken im betrachteten Gebiet flächendeckend abschätzen (vgl. Abb. 14).

www.gismosel.lu

Unter der Internet-Adresse www.gismosel.lu können allgemeine Informationen zum Projekt und den am Projekt Beteiligten sowie vordefinierte Ausschnitte aus den Gefahrenkarten abgerufen werden (vgl. Abb. 15).

Für 2002/2003 ist ausserdem eine GIS-Anwendung im Internet geplant, welche eine beliebige Navigation innerhalb der Gefahrenkarten erlaubt (Internet Map Server). Dabei wird es möglich sein, zusätzliche Datensätze und Informationen darzustellen.

Organigramm

