



Sichmann Susanne, BSc

Internationales Katastrophenmanagement

Hochwasser Bosnien 2014

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieurin
Masterstudium Bauingenieurwissenschaften –
Geotechnical and Hydraulic Engineering

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Hammer

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerald Zenz

Graz, Jänner 2021

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

.....
Datum

.....
Unterschrift

Danksagung

Vorweg möchte ich meiner Familie bedanken. Ihr wart während des gesamten Studiums an meiner Seite und hab mich unterstützt, vielen Dank dafür.

Ein großer Dank an meinen eifrigen Betreuer Dipl.-Ing. Dr. techn. Alfred Hammer. Danke für die unermüdliche Unterstützung während dieser Arbeit und für das bemühte Korrekturlesen.

Herzlich bedanken möchte ich mich auch bei dem Geschäftsführer des Disaster Competence Network Austria Mag.(FH) Christian Resch, MEng für seine fachlichen Gespräche und der zur Verfügung Stellung von Unterlagen, die mir während des Arbeitsprozesses sehr weitergeholfen haben.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich primär mit dem Katastrophenmanagement nach einem Hochwasserereignis am Balkan im Mai 2014. Zu Beginn wird die Situation in Europa und die unterschiedlichen Auslöser solch einer Katastrophe beschrieben.

In den darauffolgenden Kapiteln wird konkret auf die Situation in Bosnien und Herzegowina vor und nach der Überschwemmung eingegangen. Dabei werden sowohl Fakten, welche die politische Situation oder veränderte Demographie betreffend untersucht, aber auch geologische und hydrologisch Hintergründe erarbeitet um das Maß der Auswirkungen der Flutkatastrophe zu verstehen und die Problematik der Situation zu ergründen.

Zudem wird anhand des Katastrophenzyklus die Koordinierung nach der Überschwemmung aufbereitet und analysiert, sowie die umgesetzten und geplanten Maßnahmen erläutert. Ziel ist es mit Hilfe der gesammelten Daten einen Überblick der Situation bieten zu können, um in weiterer Folge ein Verständnis über das breite Spektrum an Einflüssen zu erlangen, welche schlussendlich, zu den fatalen Auswirkung dieser Katastrophe beigetragen haben.

Abstract

The present work deals primarily with the disaster management after a flood event in the Balkans in May 2014. At the beginning the situation in Europe and the different triggers of such a disaster is described. The following chapters deal specifically with the situation in Bosnia and Herzegovina before and after the flood. Facts relating to the political situation or changed demographics are examined, but also geological and hydrological backgrounds are worked out in order to understand the extent of the effects of the flood disaster and to fathom the problematic of the situation. In addition, the coordination after the flood is prepared and analyzed on the basis of the disaster cycle, and the implemented and planned measures are explained. The aim is to be able to offer an overview of the situation with the help of the collected data in order to gain an understanding of the broad spectrum of influences that ultimately contributed to the fatal impact of this catastrophe.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Überblick Hochwasser in Europa	6
2.1	Entwicklungstrend.....	7
2.2	Jährlichkeit.....	9
2.3	Ursachen	9
2.3.1	Rückgang von natürlichen Rückhalteräumen	10
2.3.2	Einfluss des Klimawandels	11
2.4	Hochwasserrisikomanagement in Europa.....	15
3.	Bosnien-Herzegowina vor dem Hochwasser 2014	18
3.1	Politische Situation.....	18
3.2	Wirtschaftliche Situation.....	21
3.3	Demographie und Bevölkerungstrends.....	23
3.4	Infrastruktur.....	26
3.5	Geographie und Reliefformung.....	27
3.6	Geologie und Vegetation	34
3.7	Flusssysteme	36
3.8	Naturgefahren.....	47
3.8.1	Sturzfluten	47
3.8.2	Gravitative Massenbewegung.....	48
3.8.3	Plattentektonik und Erdbeben.....	50
4.	Bosnien-Herzegowina während des Hochwassers 2014	53
4.1	Lage des Überschwemmungsgebietes	57
4.2	Auswirkungen der Katastrophe	59
4.2.1	Landwirtschaft.....	59
4.2.2	Energiesektor.....	60
4.2.3	Kohleminen und Bergbau	63
4.2.4	Infrastruktur	64
5.	Katastrophenmanagement 2014.....	73

5.1	Koordinierung der Katastrophenlage	73
5.2	Phasen des Katastrophenzyklus.....	74
5.2.1	Phase 1 – Bewältigung.....	76
5.2.2	Phase 2 – Wiederaufbau/Nachsorge	91
5.2.3	Phase 3 – Prävention	104
5.2.4	Phase 4 – Vorbereitung	116
6.	Aktuelle Situation 2020 und umgesetzte Maßnahmen.....	119
7.	Zusammenfassung	123
	Literaturverzeichnis	124
	Abbildungsverzeichnis	131
	Tabellenverzeichnis	135
	Quellenangabe Abbildungsverzeichnis	136
	Abkürzungsverzeichnis	142

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Aspekten des Katastrophenmanagement in Bezug auf Hochwasserereignissen und macht Gebrauch von definierten Termini. Zum besseren Verständnis des Textes werden daher vorab die nachfolgenden vier Begriffe behandelt:

- Hochwasser
- Überschwemmung
- Flächenversiegelung
- Massenbewegung

Der Begriff **Hochwasser** wird angewandt, wenn beispielsweise der Wasserstand eines Flusses den Normalpegelstand für eine längere Dauer überschreitet und daher ein größeres Wasservolumen mitführt als gewöhnlich. Die Gründe dafür können Extremwetterereignisse aber auch Eis- bzw. Schneeschmelzen sein. Dabei bestimmt zusätzlich das Zusammenspiel von mobilisierbaren Geschiebemenge, Geländeform, Wassersättigung der Böden und technische Eingriffe an Gewässern die Auswirkungen des Hochwassers in einem Einzugsgebiet. [1]



Abb. 1: Hochwasser, Wien 2013 [Q1]

¹ Schweizerische Eidgenossenschaft, <http://www.planat.ch/de/wissen/hochwasser/>

Abhängig vom Gerinnesystem ist die Wirkung des Hochwassers auf die Umgebung unterschiedlich. Ein Wildbachsystem wird primär von Feststoffumlagerung und Ablagerungen dominiert. Hingegen beherrschen Überschwemmungen, aber auch ausgelöste Sturzfluten, die Ufer- und Sohlerosionen der Gewässer im Tal.

Überschwemmungen, wie in *Abb. 2* gezeigt, werden generell zwischen statisch und dynamisch unterschieden. Bei einer dynamischen Überschwemmung treten Flüsse mit hoher Fließgeschwindigkeit über die Ufer und reißen Schutt und Geröll mit sich (z.B. Gebirgsfluss). Statische Überschwemmungen hingegen sind eine Folge anschwellender Flüsse, sie überfluten das umliegende Gebiet und werden meist durch Extremwetterereignisse hervorgerufen.



Abb. 2: Szenario einer Überschwemmung [Q2]

Um das Schadenspotential zu reduzieren, werden in ganz Europa Risikomanagement Strategien entworfen, die Maßnahmen wie, Gerinneausbau, Rückhaltebecken oder den Bau von Dämmen enthalten, um das Gefahrenpotential zu senken. [2]

² Schweizerische Eidgenossenschaft, <http://www.planat.ch/de/wissen/hochwasser/>

Viele Städte in Europa wurden in direkter Nähe zu Flüssen errichtet. Nach einem Starkregenereignis führen diese Flüsse schnell Hochwasser, was die Länder in Bedrängnis führt.

Großteils setzen viele auf Rückhaltebecken oder geplante Überschwemmungsflächen, um derartig große Wassermassen zwischen zu speichern und so die Kanalisation und Entwässerungsgräben zu entlasten. Jedoch ist der anhaltende Regen oft dermaßen ergiebig, dass selbst das Oberflächenwasser innerhalb der Städte nicht abgeführt werden kann und eine Überschwemmung generiert.

Als Grund kann unter anderem, die **Flächenversiegelung** in Ballungsräumen angeführt werden. Als Versiegelung wird nicht nur das Bedecken des natürlichen Bodens mittels Betonplatten oder Backsteinen bezeichnet, sondern auch stark verdichtete Böden oder Fundamente. Bodenversiegelung wirkt sehr negativ auf den natürlichen Wasserhaushalt, da der Boden nicht mehr als Puffer dient. Der oberflächliche Abfluss wird gesteigert und die Grundwasserspende verringert. Dadurch können Trinkwassermangel, vermehrte Dürreschäden und stärkere Hochwasser entstehen. Die Grundwasserbelastung und Stoffkonzentration können steigen, da bei punktueller Versickerung des Niederschlags, weniger Nähr- und Schadstoffe im Boden gefiltert werden können.



Abb. 3: Flächenversiegelung [Q3]

Folgen von Dauer- bzw. Starkregen können neben der Entstehung von Hochwasser auch zur Bildung von Massenbewegungen führen. Hier wird folgend der Unterschied zwischen Erdrutsch und Mure unterschieden.

Eine **Massenbewegung** ist im Allgemeinen das Abwärtsgleiten eines Erdkörpers, unter Einwirkung der Schwerkraft, die, durch Überwinden von Widerständen wie Kohäsion und Reibungskraft, gefördert wird.

Zudem wird die Gleitendenz durch die Instabilität des Hanges (Verlauf der Schichtflächen), Hangneigung, Verwitterung des Materials, Steigerung des Wassergehaltes sowie durch Veränderung der Vegetationsbedeckung begünstigt. Der Prozess der Massenbewegung wird als großflächige Erosion eingestuft. Dabei werden verschiedene Arten der Massenbewegung, beispielsweise Gleiten, Fließen oder Fallen unterschieden.

Der **Erdrutsch** findet unter einem Gleitprozess statt, der größere Erd- und Gesteinsmassen mit sich trägt und durch andauernden oder starken Niederschlag ausgelöst wird. Zudem spielt die Hangneigung eine wesentliche Rolle.

Vor allem bei mäßig bis steil geneigten Hängen ($10^\circ - 40^\circ$) kommt es zu Erdrutschungen. Rotations- und Translationsrutschungen, wie in *Abb. 4* ersichtlich, sind die Hauptformen und werden ausgelöst, wenn die Scherfestigkeit und die treibenden Kräfte im Verhältnis einen Grenzwert überschreiten.

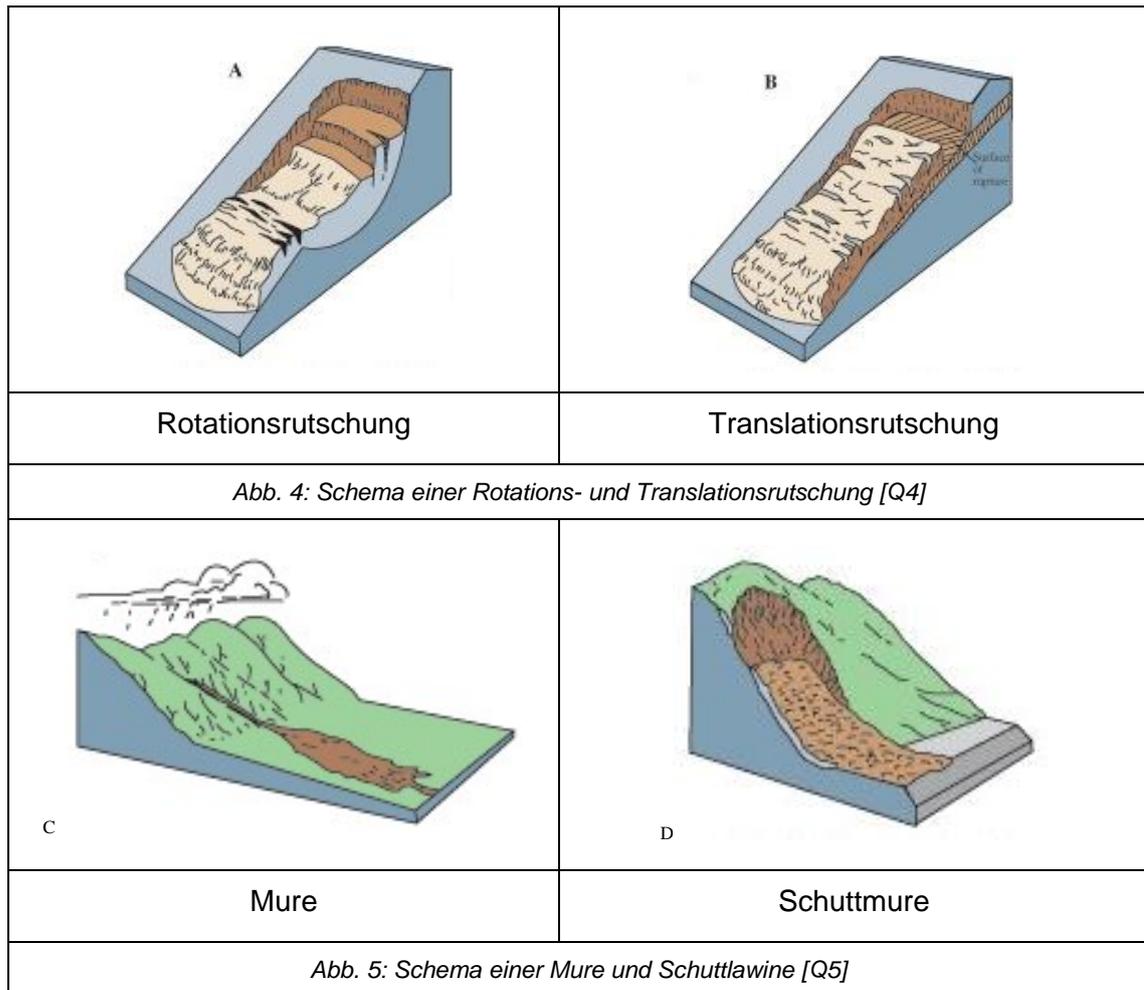
Der Rutschvorgang kann sich innerhalb kurzer Zeit und unter hoher Geschwindigkeit (m/s) oder als ausgedehnte tiefgründige Rutschung in einem langen Zeitabschnitt (mm/Jahr) ereignen. [3 4 5 6]

³ Schweizerische Eidgenossenschaft, <http://www.planat.ch/de/wissen/rutschung-und-felssturz/>

⁴ Mirko Grošić, <https://www.geotech.hr/en/landslides/>

⁵ Ellin Hofmann-Thorpe und Yelarney Hibberd, <https://sites.google.com/site/southaustraliaandlandslides/types-of-landslide>, Version: 2013

⁶ U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, <https://pubs.er.usgs.gov/metrics/publication/fs20043072/>, USGS, Version: 29.11.2016



Im Gegensatz dazu sind die in *Abb. 5* abgebildeten **Hangmuren** oberflächliche Rutschungen, welche als schnell abfahrender Strom aus Schlamm und Lockergestein mit viel Wasser beschrieben werden können, die oftmals auch ohne das Vorhandensein einer Gleitfläche entstehen.

Sie ereignen sich vorrangig an steilen Hängen mit stauenden Böden (Ton, Lehm, usw.). Aufgrund des großen Wasseranteils kommt es zu hohen Prozessgeschwindigkeiten ($\geq 30 \text{ km/h}$). [7 8 9 10]

⁷ Schweizerische Eidgenossenschaft, <http://www.planat.ch/de/wissen/rutschung-und-felssturz/>

⁸ Mirko Grošič, <https://www.geotech.hr/en/landslides/>

⁹ Ellin Hofmann-Thorpe und Yelarney Hibberd, <https://sites.google.com/site/southaustraliaandlandslides/types-of-landslide>, Version: 2013

¹⁰ U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, <https://pubs.er.usgs.gov/metrics/publication/fs20043072/>, USGS, Version: 29.11.2016

2. Überblick Hochwasser in Europa

In den letzten Jahren hat es zahlreiche Hochwasserereignisse gegeben:

- 2014 in Bosnien, Serbien und Kroatien
- 2013 in Mitteleuropa und den Pyrenäen
- 2010, 2008 und 2002 am Balkan, Deutschland und Frankreich, wie in *Abb. 6* ersichtlich
- 2007 in Großbritannien

Schwere Hochwasserereignisse wurden auch schon früher registriert. Im Zeitraum von 1959 bis 2005 wurden 12 Hochwasserereignisse in Italien dokumentiert und 10 in Spanien, wodurch diese Länder die meist betroffenen in Europa wurden. Innerhalb von 35 Jahren (1970-2005) ereigneten sich 222 Überschwemmungen in den EU-Staaten. [11 12 13 14]



Abb. 6: Hochwasser an der Elbe im Jahr 2010 [Q6]

¹¹ Mehrere Autoren, https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Starkregen_und_Hochwasser_in_Europa, Version:

¹² Nadja Podbregar, <https://www.scinexx.de/news/geowissen/europa-hochwasser-sind-heute-anders/>, Technische Universität Wien, Version: 23. Juli 2020

¹³ Zoran Sergievski, <https://www.schroedingerskatze.at/land-unter/>, Technische Universität Wien, Version: 28. August 2017

¹⁴ Nasser Najib, Naresh Devineni, <http://esd.copernicus.org/articles/9/757/2018/>, Titel: Recent trends in the frequency and duration of global floods, Version:2018

Die Aufwendungen zur Vermeidung und Bewältigung von klimatisch bedingten Risiken wie Überschwemmungen, Erosion, Brände, Stürme und Dürre beliefen sich laut der Europäischen Umweltagentur (EEA) auf durchschnittlich 13 Billionen Euro jährlich, im Zeitraum von 2010 bis 2017.

2.1 Entwicklungstrend

In den vergangenen Jahren wurde verstärkt eine Zunahme von Hochwasserereignissen wahrgenommen, die zu extremen Schäden an der Infrastruktur führten. Das Diagramm in *Abb. 7* zeigt die Anzahl der globalen Katastrophenereignisse in den jeweiligen Jahren von 1980 bis 2018. Es ist zu erkennen, dass Hochwässer seit 1980 stetig zunehmen. [15 16 17 18]

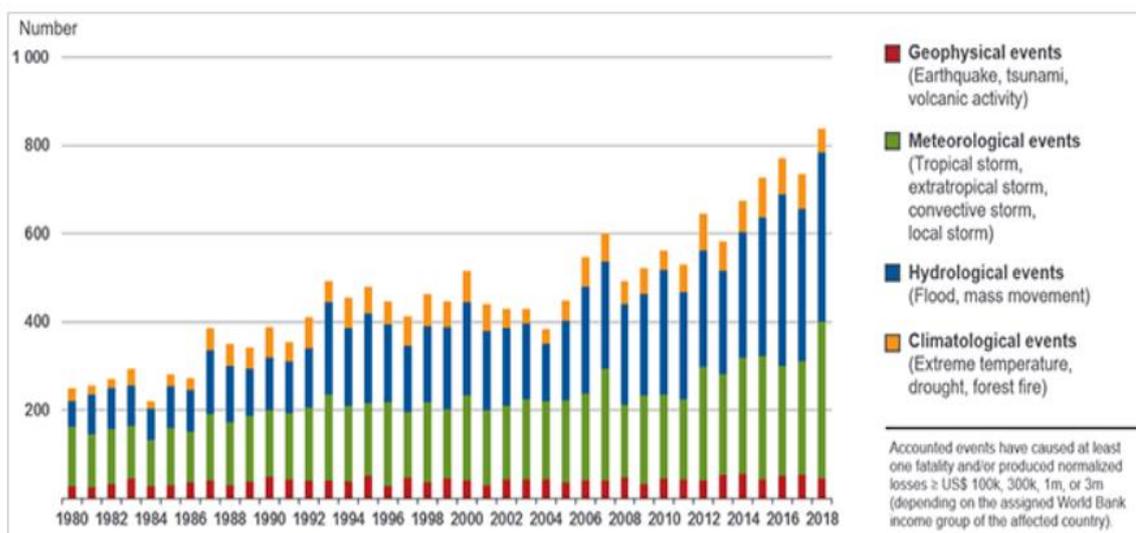


Abb. 7: Naturkatastrophen von 1980 bis 2018 [Q7]

Eine Änderung der Niederschlagsintensität als Auslöser von Hochwässern wurde zudem festgestellt. Kurze Niederschlagsereignisse sind seltener, während Dauerregen bzw. lange Regenschauer häufiger werden.

¹⁵ Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>, Version:

¹⁶ Nadja Podbregar, <https://www.scinexx.de/news/geowissen/europa-hochwasser-sind-heute-anders/>, Technische Universität Wien, Version: 23. Juli 2020

¹⁷ Zoran Sergievski, <https://www.schroedingerskatze.at/land-unter/>, Technische Universität Wien, Version: 28. August 2017

¹⁸ EEA, Economic losses from climate-related extremes in Europe — European Environment Agency (europa.eu)

Zudem wurde festgestellt, dass sich die Jahreszeiten, zu der die Hochwasser aufgetreten sind, verändert haben. In der Vergangenheit ereigneten sich 41 % der Überflutungen Mitteleuropas im Winter. Gegenwärtig sind 55 % der Hochwasser Sommerfluten, was die nachstehende *Abb. 8* der Technischen Universität Wien bekräftigt. Diese Verschiebung kann auf die Veränderungen der Niederschlagsdauer, aber auch der Schneeschmelze zurückgeführt werden. [19 20 21]

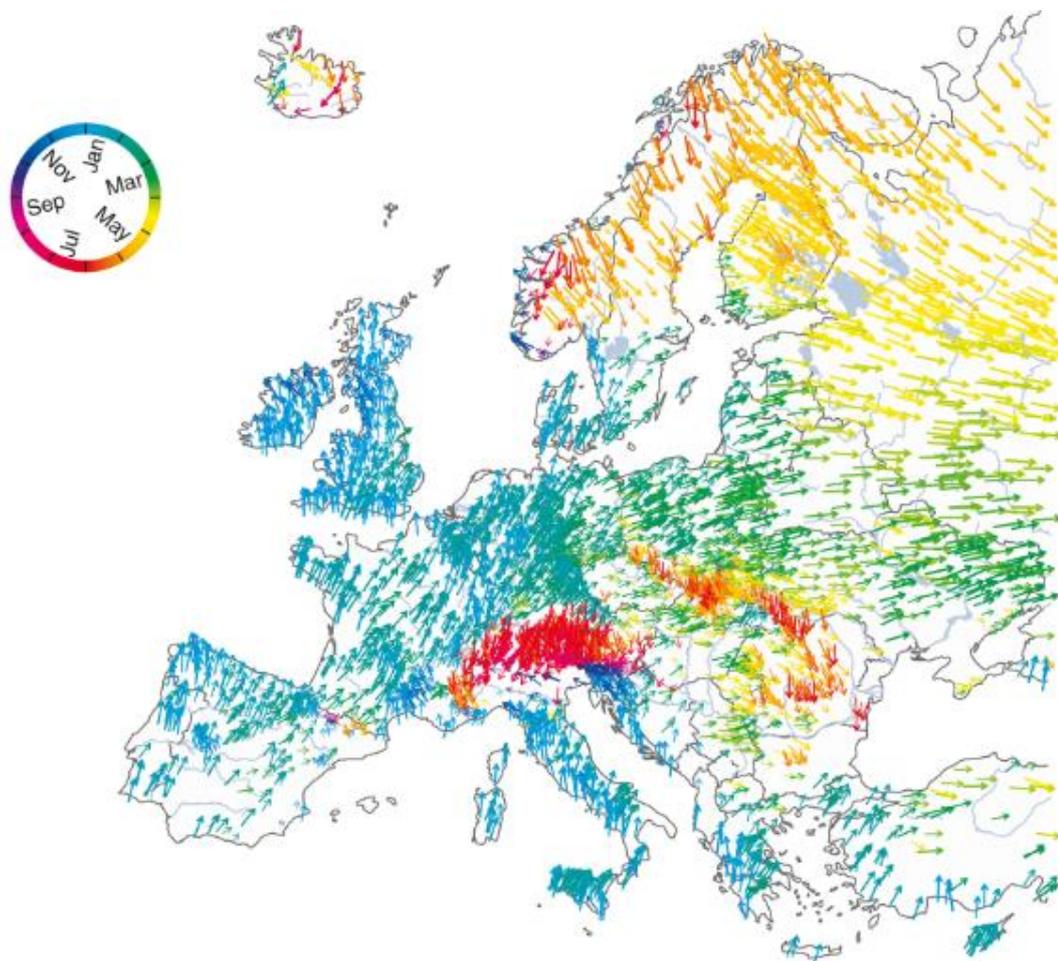


Abb. 8: Hochwasser in Europa; die eingefärbten Pfeile zeigen Hochwasserereignisse in Abhängigkeit der Auftretswahrscheinlichkeit innerhalb eines Jahres [Q8]

¹⁹ Mehrere Autoren, <https://bildungserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>, Version:

²⁰ Nadja Podbregar, <https://www.scinexx.de/news/geowissen/europa-hochwasser-sind-heute-anders/>, Technische Universität Wien, Version: 23. Juli 2020

²¹ Zoran Sergievski, <https://www.schroedingerskatze.at/land-unter/>, Technische Universität Wien, Version: 28. August 2017

2.2 Jährlichkeit

Die Jährlichkeit ist die Wiederkehrwahrscheinlichkeit von Naturereignissen. Die Intensitätsklasse von Hochwasserereignissen, kann mit dieser Methode festgestellt werden. Somit entspricht die Klasse 2 einem Hochwasserereignis, das, statistisch gesehen, alle 100 Jahre (HQ 100) vorkommt. Klasse 1,5 entspricht einer Wiederkehrperiode zwischen 30 und 100 Jahren (HQ30-HQ100) und Klasse 1 mit einer Wiederkehrperiode von 10 bis 30 Jahre (HQ10-HQ30).

Durch den Vergleich zweier Perioden (1951-1970 und 1991-2010) konnte zufolge einer Wiederkehrperiode von größer gleich 5 Jahren festgestellt werden, dass die Extremwetterlagen im Winter und Frühling in Nordeuropa zunahmen. Jedoch Wiederkehrperioden von 20 Jahren um etwa 60 % abnahmen. Wodurch Extremwetterereignisse im Winter, welche in den 1950er bzw. 60er Jahren mit einer Wiederkehrperiode von 20 Jahre ausgewiesen wurden, ab etwa Ende des 20 Jahrhunderts alle 10 Jahre vorkamen. In den Sommermonaten konnte dagegen nur eine geringe Veränderung der Wiederkehrperioden von Extremwetterereignissen ermittelt werden. Durch Mittelung über ganz Europa und unter Berücksichtigung der vier Jahreszeiten, konnte immerhin eine Reduzierung der Wiederkehrperiode von 21 % festgestellt werden. [22 23 24]

2.3 Ursachen

Extremwetter sind nicht der einzige Faktor der betrachtet werden sollte, wenn es um das Schadenspotenzial der Infrastruktur oder Agrarländer aufgrund Flutkatastrophen geht. In hochwassergefährdeten Gebieten siedeln sich immer mehr Menschen an, wodurch stets umfangreichere Infrastrukturanlagen benötigt werden und Flussläufe aufgrund Platzersparnis umgeleitet oder eingeeengt werden.

²² Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>, Version:

²³ Nadja Podbregar, <https://www.scinexx.de/news/geowissen/europa-hochwasser-sind-heute-anders/>, Technische Universität Wien, Version: 23. Juli 2020

²⁴ Zoran Sergievski, <https://www.schroedingerskatze.at/land-unter/>, Technische Universität Wien, Version: 28. August 2017

2.3.1 Rückgang von natürlichen Rückhalteräumen

Die Versiegelung von Grünflächen, durch Expansion von Städten führt in vielen Fällen dazu, dass natürliche Rückhalteflächen wie Auen verringert werden, Flüsse begradigt und Wälder gerodet werden, wodurch dem Niederschlagswasser jede Möglichkeit genommen wird natürlich abzufließen.

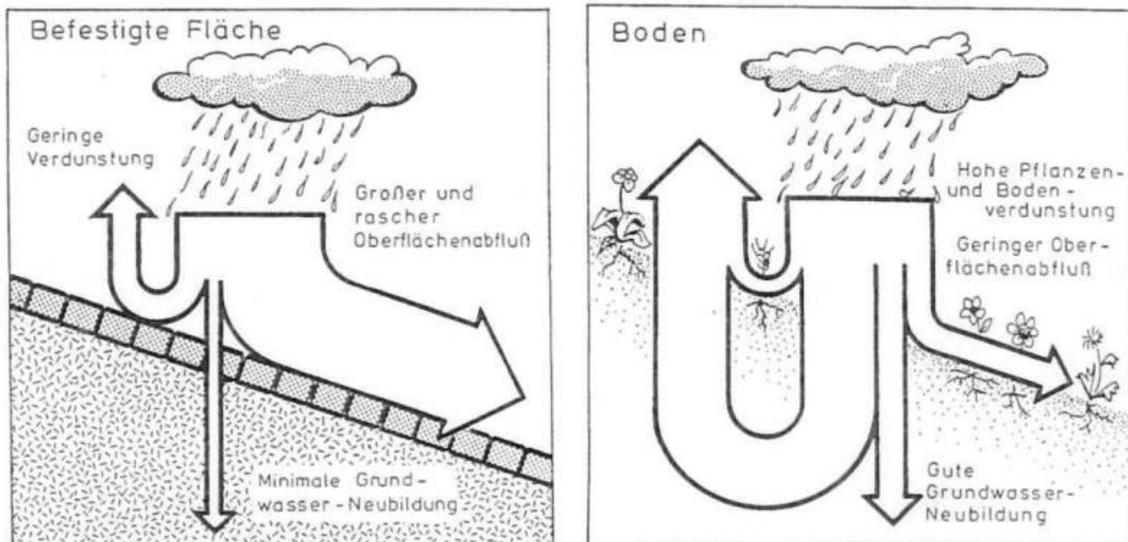


Abb. 9: Prinzip der Flächenversiegelung im Gegensatz zu einem unversiegelten Boden [Q9]

Eine weitere Bedingung damit aus starken Niederschlägen Hochwasser entstehen kann, liegt darin, dass der Boden, aufgrund von Dauerregen irgendwann gesättigt ist und kein weiteres Oberflächenwasser mehr aufnehmen kann.

Den Hochwässern 2002 in England und 2000 in Wales beispielsweise sind ein besonders regenreicher Sommer vorausgegangen, wodurch die Böden nicht von ihrem üblichen Trockengrad bestimmt wurden, was eine Flutkatastrophe zur Folge hatte. [25 26 27]

²⁵ Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>

²⁶ American Association for the Advancement of Science, <https://science.sciencemag.org/content/357/6351/588>, Version: June 30, 2017

²⁷ The European Space Agency, https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/SMOS_zeichnete_vor_dem_Hochwasser_Rekordwerte_bei_der_Bodenfeuchte_auf, Version: 07.06.2013

Den Überschwemmungen im Winter bzw. auch im Frühjahr, gehen sowohl flächendeckende Dauerregenfälle voraus, als auch das durch Eis- und Schneeschmelze zusätzlich generierte Oberflächenwasser, welches aufgrund feuchter bzw. gefrorener Böden nicht versickern kann.

In Südeuropa treten vor allem Sturzfluten im Zuge von Starkregenfällen auf und halten sich nur maximal sechs Stunden.

2.3.2 Einfluss des Klimawandels

Der Klimawandel wurde durch die Häufung von Jahrhundertereignissen in den letzten Jahren immer wieder als Ursache ausgemacht.

Jedoch zeigen die Aufzeichnungen, dass es von Jahr zu Jahr bzw. von Jahrzehnt zu Jahrzehnt sehr hohe Schwankungen der Niederschläge gibt, wodurch man nicht eindeutig den Klimawandel als Auslöser dieser Ereignisse vorbringen kann. Anhand von Eisbohrkernen konnte ermittelt werden, dass die gegenwärtige Treibhauskonzentration deutlich über jenen Wert von vor etwa 650.000 Jahren liegt.

In diesem Kontext wurden auch Klimamodelle erstellt, die zeigten, dass stärkere Niederschlagsereignisse bei ganzjährig wärmeren Temperaturen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit zunehmen würden. *Abb. 10* (auf Seite 12) zeigt die prognostizierte Temperaturveränderung und die damit einhergehenden Niederschlagsveränderung.

Für die Modellerstellung wurden die zu erwartenden Veränderungen für Europa Ende des 21. Jahrhunderts, mit den Mittelwerten von 1980 bis 1999 verglichen.

[28 29 30 31]

²⁸ Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>

²⁹ American Association for the Advancement of Science, <https://science.sciencemag.org/content/357/6351/588>, Version: June 30, 2017

³⁰ The European Space Agency, https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Germany/SMOS_zeichnete_vor_dem_Hochwasser_Rekord_werte_bei_der_Bodenfeuchte_auf, Version: 07.06.2013

³¹ Schweizerische Eidgenossenschaft, <http://www.planat.ch/de/wissen/klimawandel/entstehung-kw/>

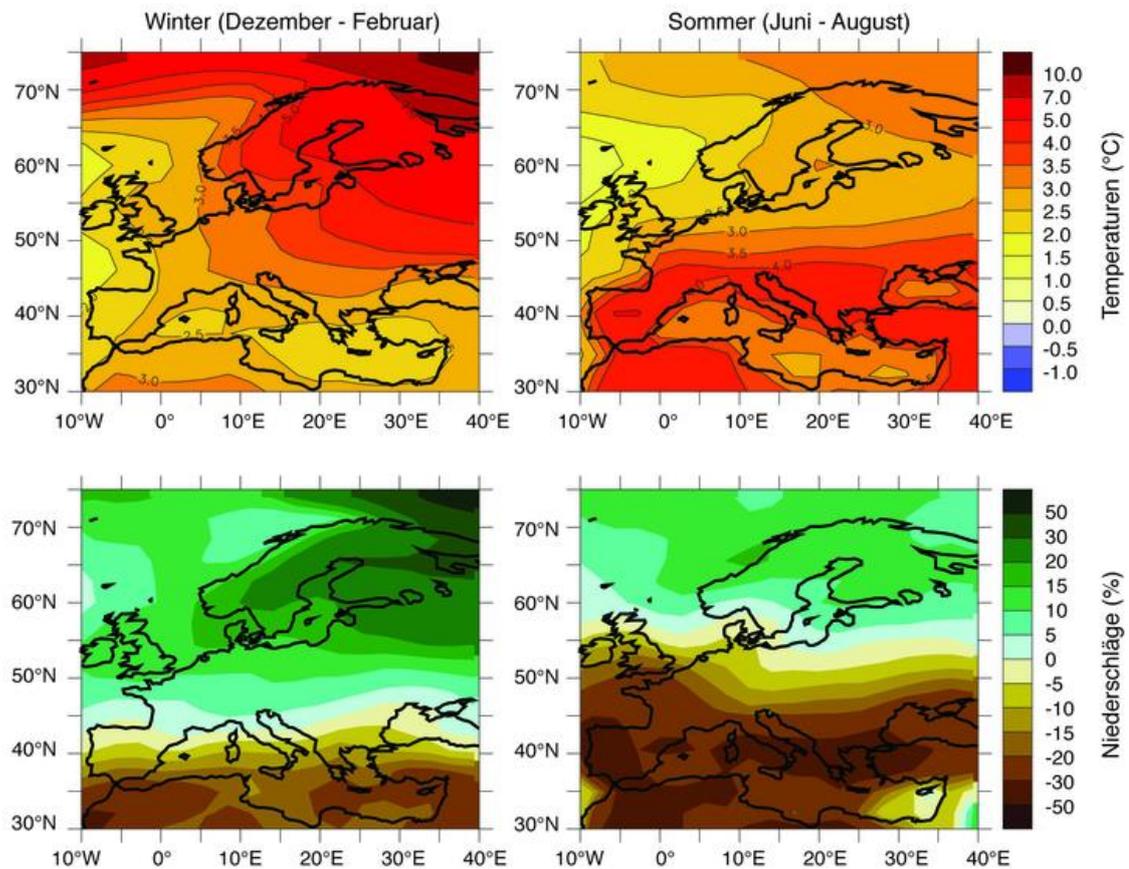


Abb. 10: Oben: Erwärmung Europas im Winter und Sommer; Unten: Niederschlagszu- und abnahme für Winter und Sommer für die Jahre 2080-2099, [Q10]

Temperaturveränderung sind als Grundlage von **Großwetterlagen** wie beispielsweise die Vb Wetterlage auszumachen.

Regenfälle über mehrere Tage oder Wochen über einer Region sind meist Resultat eines Tiefdruckgebietes. Atmosphärische Zirkulationssysteme transportieren den, durch den Atlantischen Ozean bzw. den Randmeeren, gebildeten Wasserdampf.

Die Zugbahnen werden nach ihren Entstehungsgebieten in 5 Hauptgruppen unterschieden: polare (POL), atlantische (ATL), mediterrane, sowie subtropische und kontinentale Zugbahnen. Bei Betrachtung der Hochwasserereignisse der letzten 10 Jahre in Europa ist besonders die Tiefdruckzugbahn des Typs Vb (‚Fünf-B‘) auffallend. In der folgenden Abb. 11 sind die Zugbahnen der Tiefdruckgebiete dargestellt.

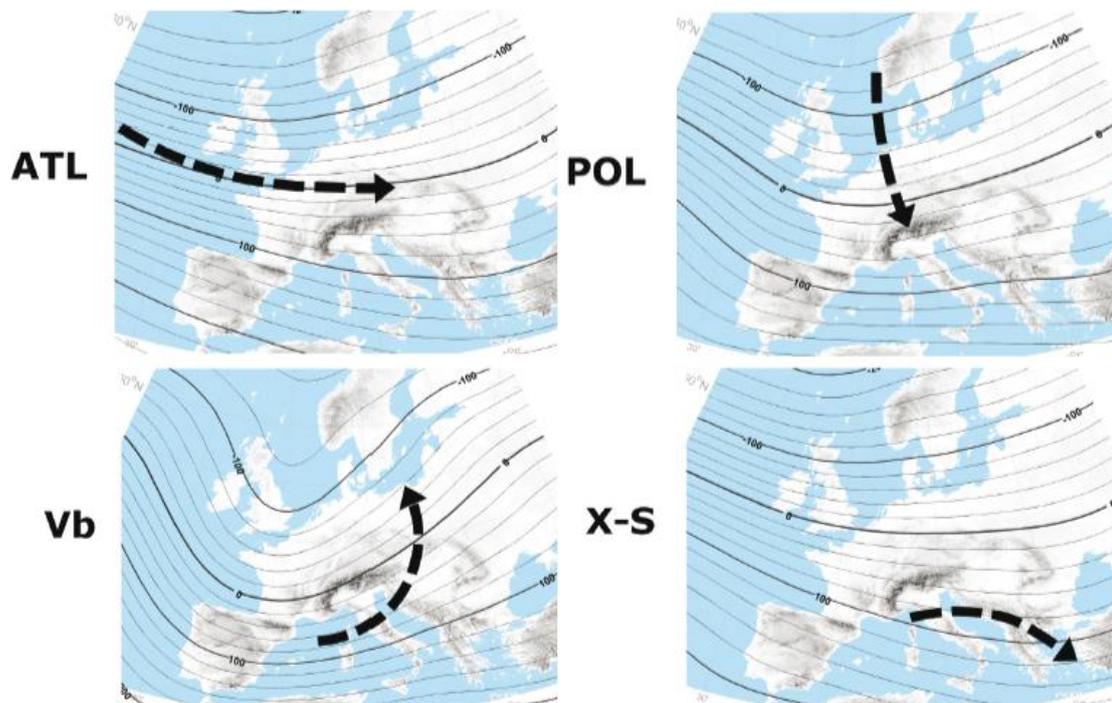


Abb. 11: Zugbahnen von Tiefdruckgebieten in Europa [Q11]

Die Vb-Wetterlage ist charakteristisch für Tiefdruckgebiete, welche sich über dem Mittelmeer mit Wasserdampf aufladen und weiter Richtung Mitteleuropa ziehen.

Östlich der Alpen treffen die Tiefdruckgebiete meist auf ein Gebirge und/oder Polarluftmassen, an deren Grenze es zu ausgiebigen Niederschlägen kommt.

Von allen Zirkulationstypen verzeichnet die in Abb. 12 (Seite 14) dargestellte Vb-Wetterlage nur eine Auftrittswahrscheinlichkeit von etwa 5%. Nichtsdestotrotz bewirkten diese Wetterlagen beispielsweise in Nord-Tschechien oder im östlichen Mitteleuropa 50 % der stärksten Niederschlagsereignisse innerhalb eines 40-jährigen Aufzeichnungszeitraumes (1962-2002).

Somit darf die Auftrittswahrscheinlichkeit dieser Wetterlage aufgrund ihrer verheerenden Auswirkungen, nicht verkannt werden. [32 33]

³² Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>

³³ DWD, <https://www.wetter.de/cms/wetterlexikon-vb-wetterlage-2753117.html>

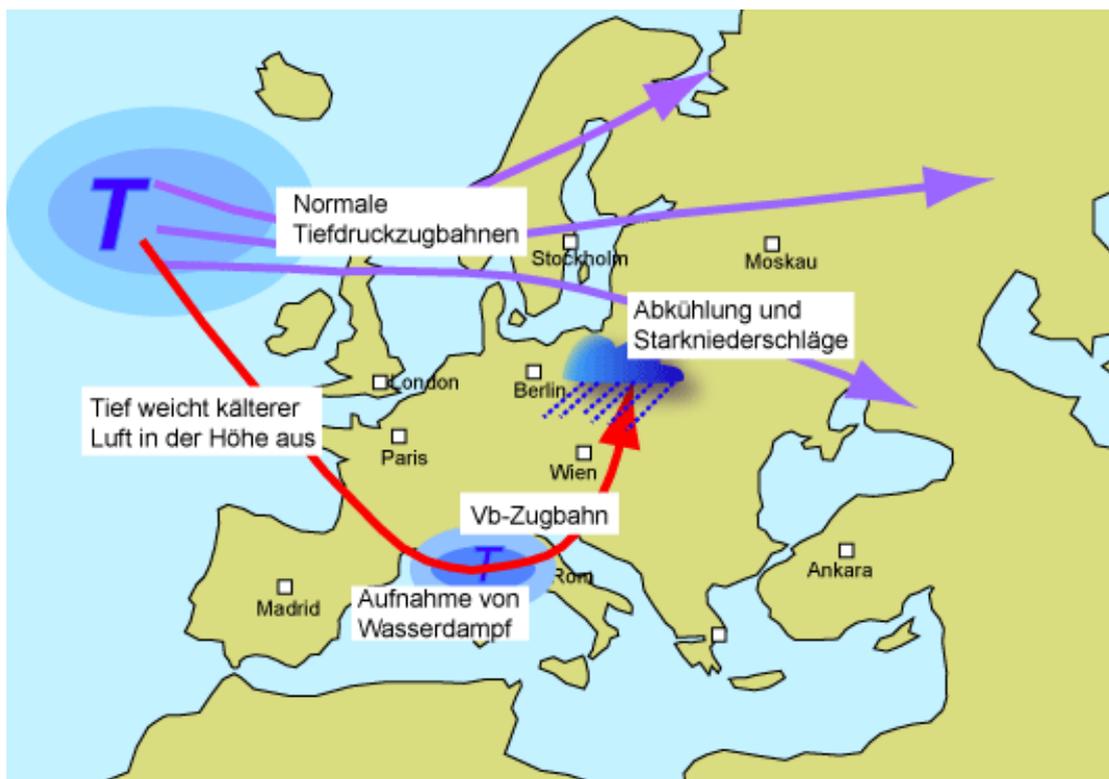


Abb. 12: Vb (Fünf-B) Wetterlage in Europa [Q12]

Im Falle der Starkregeneignisse am Balkan, 2014, hielt die Vb-Wetterlage außergewöhnlich lange an. Dies lässt sich auf eine Blockade, aufgrund eines Temperatur- und Luftdruckgegensatzes, zurückführen. Manche Forscher führen dieses Phänomen, auf das Schmelzen des arktischen Meereises zurück.

Aufgrund dessen können sich Tiefdruckzellen bzw. Hochdruckzellen über einen längeren Zeitraum hindurch, ortsfest halten. Tiefdruckgebiete führen daraufhin im Sommer zu starken Niederschlägen, Hochdruckgebiete sind Auslöser von Hitzewellen. 2010 war die beschriebene Wettersituation Grund für eine katastrophale Hitzewelle in Russland und führte zu Überschwemmungen in Pakistan. [34 35]

³⁴ Mehrere Autoren, <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>

³⁵ DWD, <https://www.wetter.de/cms/wetterlexikon-vb-wetterlage-2753117.html>

2.4 Hochwasserrisikomanagement in Europa

In Europa erfolgt das Management bzw. die Bewertung von Hochwasserrisiken mit Hilfe einer dafür erstellten Richtlinie 2007/60/EG.

Dadurch verpflichten sich die EU-Mitgliedsstaaten gefährdete Gebiete, wie Einzugs- bzw. Küstengebiete zu definieren und in Folge dessen, Hochwassergefahren- und Risikokarten dieser Gebiete zu fertigen. Um die Auswirkungen der Katastrophe im Ernstfall gering zu halten müssen weiters Pläne für das Hochwasserrisikomanagement erarbeitet werden.

Das Ziel der Richtlinie ist es die Folgen eines hochwasserbedingten Risikos zu verringern, insbesondere für: Menschliche Gesundheit und Leben, Umwelt, Kulturerbe, Wirtschaftliche Tätigkeit und Infrastruktur.

Zudem werden die westlichen Balkanstaaten und die Türkei durch das zwei Phasenprogramm IPA (Instrument for Pre-Accession Assistance) der Europäischen Kommission seit 2010 im Hochwassermanagement unterstützt. Die zukünftigen EU-Mitgliedsstaaten schaffen sich durch Schulungsprogramme, Austausch von Experten, regionalen Übungen, Entwicklung von Frühwarnsystemen sowie Leitlinien welche auf Grundlage der Europäischen Hochwasserrichtlinie erstellt wurden, ein Fundament, um sich in den Katastrophenschutzmechanismus der EU eingliedern zu können. [36 37 38]

Der Aufbau der Richtlinie besteht aus einer dreistufigen Planung die sich wie folgt gliedert:

- **Vorläufige Risikobewertung:** Vorweg wird eine Ersteinschätzung des Hochwasserrisikos im Staat getroffen. Danach erfolgt die Einteilung von Gebieten mit potenziell signifikanten Hochwasserrisiko zu jenen mit gering oder keinem Risikopotential. [39]

³⁶ Europäische Union, Sonderbericht: Hochwasserrichtlinie (europa.eu), Version:25/2018

³⁷ Autor unbekannt, Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken – Wikipedia, Version:2020

³⁸ BMLRT, Hochwasserrichtlinie, (naturgefahren.at),Version:02/2019

³⁹ Wildbach- und Lawinenverbauung und Schutzwaldpolitik (Abteilung III/4), Hochwasserrichtlinie <https://www.naturgefahren.at/massnahmen/gefahrendarst/hochwasserricht.html>, Version: 11.02.2019

- **Gefahren- und Risikokarten:** Die durch die Auswertung gesammelten Informationen werden in Form von Hochwassergefahren- und Risikokarten der potenziell gefährdeten Gebiete bewertet.
- **Risikomanagementplan:** Mit Hilfe der Gefahren- und Risikokarten ist es möglich, Maßnahmen für ein gezieltes Hochwasserrisikomanagement zu erarbeiten. Dabei werden sowohl Fachberater als auch die Öffentlichkeit einbezogen. [40]

Die Richtlinie schreibt weiters vor, dass die Mitgliedsstaaten bei der Umsetzung an Zeitzyklen gebunden sind. Daher mussten bis 2011 gefährdete Gebiete, jene mit signifikanten Hochwasserrisiko bestimmt werden. Darauf aufbauend wurden bis 2013 Gefahrenkarten bzw. Hochwasserrisikokarten erstellt. Die Hochwassergefahrenkarten zeigen die flächige Ausbreitung der Überschwemmung mit möglichen Tiefen und Fließgeschwindigkeiten. Die Hochwasserrisikokarte hingegen enthält die Flächennutzung sowie die Einwohnerzahl, Siedlungsgebiete und Kulturgüter der gefährdeten Gebiete. Die Karten nehmen dabei Bezug auf unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten des Hochwassers, die wie folgt definiert sind:

- HQ₃₀₀: geringe Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrintervall alle 300 Jahre)
- HQ₁₀₀: mittlere Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrintervall alle 100 Jahre)
- HQ₃₀: hohe Wahrscheinlichkeit (Wiederkehrintervall alle 30 Jahre)

Im Zentrum des letzten Zeitzyklus steht die Erarbeitung des Hochwasserrisikomanagementplans. Die zu erreichenden Ziele umfassen die Minimierung des Hochwasserrisikos und die dafür erforderlichen Maßnahmen. Die Pläne im Bezug auf den Bereich der Hochwasservorsorge hätten bis 2015 fertiggestellt sein müssen. [41 42 43]

⁴⁰ Wildbach- und Lawinenvorbereitung und Schutzwaldpolitik (Abteilung III/4), Hochwasserrichtlinie <https://www.naturgefahren.at/massnahmen/gefahrendarst/hochwasserricht.html>, Version: 11.02.2019

⁴¹ Europäische Union, Sonderbericht: Hochwasserrichtlinie (europa.eu), Version:25/2018

⁴² Autor unbekannt, Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken – Wikipedia, Version:2020

⁴³ BMLRT, Hochwasserrichtlinie, (naturgefahren.at),Version:02/2019

Zusätzlich berücksichtigt der Hochwasserrisikomanagementplan verschiedene Überschwemmungsszenarien um eine bestmögliche Vorbereitung auf ein Hochwasserereignis zu gewährleisten.

Die Mitgliedsstaaten erklären sich zudem bereit, Maßnahmen für länderübergreifende Einzugsgebiete zu berücksichtigen und risikominimierende Ansätze zu treffen.

Die Risikobewertung sowie die Erstellung der Karten bzw. Pläne unterliegt einer Prüfung und Kontrolle, die alle 6 Jahre durchgeführt und gegebenenfalls, an neue Erkenntnisse angepasst werden muss. [44 45 46]



Abb. 13: Prozess einer Risikobewertung [Q13]

⁴⁴ Europäische Union, Sonderbericht: Hochwasserrichtlinie (europa.eu), Version:25/2018

⁴⁵ Autor unbekannt, Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken – Wikipedia, Version:2020

⁴⁶ BMLRT, Hochwasserrichtlinie, (naturgefahren.at),Version:02/2019

3. Bosnien-Herzegowina vor dem Hochwasser 2014

Auch die am Mittelmeer gelegenen Balkanländer kämpfen immer wieder mit schweren Überschwemmungen aufgrund Extremwetterlagen. Im Fall von Bosnien und Herzegowina war eine Reihe an Ereignissen dafür verantwortlich, dass der andauernde Starkregen im Mai 2014 zu derart tiefgreifenden Schäden führen konnte. Daher kann erst nach Betrachtung möglicher geologischer, meteorologischer aber auch politischer Einflüsse, die massiven Auswirkungen und die völlige Überlastung der Entscheidungsträger nach der Überschwemmung verstanden werden.

Aufgrund dessen wird nun näher auf den Istzustand des Landes vor der Überschwemmung eingegangen und relevante Themen aufgearbeitet.

3.1 Politische Situation

Die Vorgeschichte des Landes, spielt hinsichtlich der Kriegshistorie und der daraus resultierenden diffusen Regierungsform, eine wesentliche Rolle in Fragen wie der Zersiedelung, wasserwirtschaftliche Verwaltung, Hochwasserschutz und der schwierigen Zusammenarbeit zwischen den Entitäten (Föderation Bosnien-Herzegowina und Republik Srpska) und Nachbarländer.



Abb. 14: Sarajewo, Hauptstadt von Bosnien und Herzegowina, [Q14]

Der Dayton Vertrag als Friedensabkommen, wurde 1995 unterzeichnet, beendete den Bosnienkrieg und beinhaltet die Grundsäulen der staatlichen Ordnung Bosnien und Herzegowinas. Das Abkommen ordnete an, dass sich der Gesamtstaat aus zwei Teilrepubliken (Entitäten) mit jeweils eigener Legislatur und Präsidenten und des Territoriums Brčko -Distrikts zusammensetzt. Mehr als die Hälfte des Landes (51%) wurde der Föderation Bosnien und Herzegowina (FBiH – kroatisch - bosnisch) zugesprochen, der Rest entfiel auf die Republika Srpska (49 % – serbisch - bosnisch), die überwiegend von bosnischen Serben bewohnt wird. Die Föderation besteht zudem aus 10 eigenständigen Kantonen, welche jeweils ein eigenes Parlament inklusive eigener Regierung besitzen. Die Republika Srpska wird währenddessen zentralistisch regiert.

Das Territorium Brčko ist seit 1999 zu einem neutralen Gebiet mit einer gemeinsamen Verwaltung von Bosniaken (Muslimen), Serben und Kroaten unter internationaler Kontrolle dem Gesamtstaat als selbständiger Distrikt unterstellt worden. Somit wird der Gesamtstaat welcher 3,8 Millionen Einwohnern zählt, von mindestens ein Dutzend Parlamenten, den dazugehörigen Regierungen und Ministerien regiert. Das führt dazu, dass die Hälfte des bosnischen Bruttosozialproduktes für den Staatsapparat aufgewendet wird, was bedeutet, dass die bosnisch kroatische Föderation etwa 70 % seines Budgets für die Verwaltung mobilisiert und nur 30 % für die wirtschaftliche Entwicklung herangezogen werden kann. Durch gegenseitige Behinderung und politischen Blockaden können keine notwendigen Reformen durchgesetzt werden, was zur Folge hat, dass sich die Wirtschaft nur langsam weiterentwickeln kann, die Arbeitslosigkeit und folglich die Korruption steigt. Aufgrund dieser Situation stagniert das Land seit Ende der 90er Jahre. [47 48 49 50 51]

⁴⁷ Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Bosnien und Herzegowina, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina

⁴⁸ Bundeszentrale für politische Bildung, <https://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/251437/luftbruecke-sarajevo-30-06-2017>, Version: 30.06.2017

⁴⁹ Mehrere Autoren, britannica.com/place/Bosnia-and-Herzegowina/Government-and-society, Version: 24.03.2020

⁵⁰ Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, https://www.bmz.de/de/laender_regionen/Mittel-Ost-und-Suedosteuropa/bosnien_herzegowina/zusammenarbeit/index.html, Version: 24.03.2020

⁵¹ Samir Huseinovic, Mirjana Dikic, <https://www.dw.com/de/bosnien-rekordhalter-in-staatsausgaben/a-5587841>, Version: 20.05.2010

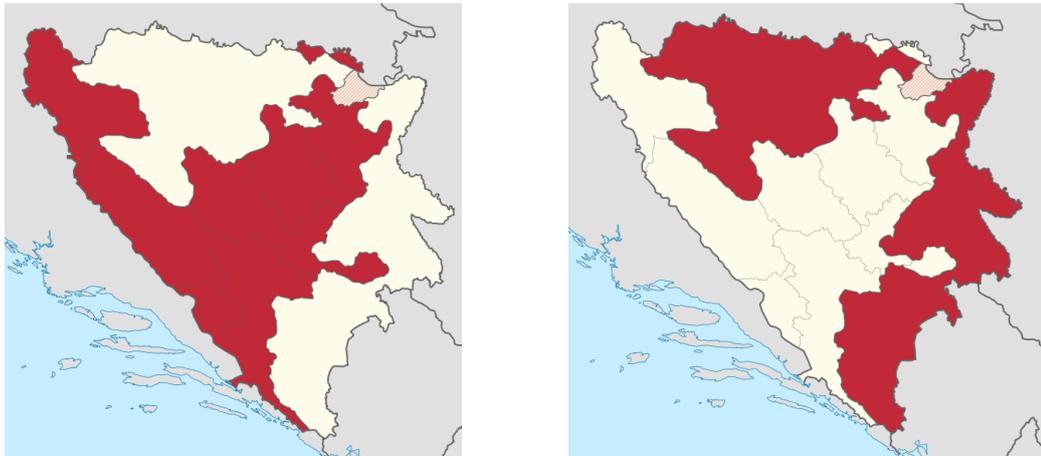


Abb. 15: Links: Föderation B.-H. und Rechts: Republika Srpska [Q15]

Zur Wahrung des Friedens im Land wurde mit durch das Dayton Abkommen ein ‚Hoher Repräsentant‘ mit Sitz in Sarajevo durch den UN-Sicherheitsrat installiert.

Der ‚Hohe Repräsentant‘ wird von den Außenministern der EU-Mitgliedsstaaten ernannt und muss alle 6 Monate gegenüber diesem Gremium Bericht erstatten. Bis dato ist er unter anderem bevollmächtigt Amtsträgern zu entheben, Gesetzen zu erlassen und neuer Behörden zu etablieren. [52]

EUFOR-Althea

Die Friedenssicherung des Landes erfolgt durch den Einsatz EUFOR-Althea und wird unter dem Kommando der NATO ausgeführt. Die Mission der internationalen Soldaten beinhaltet im Wesentlichen die Abwehr innerstaatlicher Spannungen, Sicherstellung eines beständigen Bevölkerungsschutz und Sensibilisierung der Bevölkerung in Bezug auf Minen. [53 54 55]

⁵² N. Miric, Bosnien und Herzegowina, Das Dayton-Friedensabkommen in einer Übersicht – FOMOSO, Version: 26.11.2018

⁵³ Stanko Smoljanovic, Banja Luka, <https://www.dw.com/de/bosnische-serbenrepublik-l%C3%B6st-eigene-streitkr%C3%A4fte-auf/a-1698129>, Version: 01.09.2005

⁵⁴ Bundesministerium für Landesverteidigung, Roßauer Lände 1, 1090 Wien, bundesheer.at/ausle/eufor/index.shtml

⁵⁵ Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Bosnien und Herzegowina, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina

Aufgrund der Unstimmigkeiten zwischen den drei Volksgruppen (bosnisch, serbisch und kroatisch) werden zudem die staats- und völkerrechtlichen Angelegenheiten des Lands von einem internationalen

Mandat bestimmt. Die Verteidigungspolitik des Landes bestand bis Ende 2004 aus der Armee der Föderation (wiederum geteilt in Bosnisch und Kroatisch) und jener der Serbischen Republik. Danach wurde ein einheitliches Verteidigungsministerium in Bosnien und Herzegowina formiert und 2 Jahre später eine gesamtstaatliche Streitkraft etabliert. [56 57]

3.2 Wirtschaftliche Situation

Infolge des Bürgerkrieges (1992 – 1994) stagnierte die Wirtschaft in Bosnien und Herzegowina. Mit der Unterzeichnung des Dayton-Abkommen wurden dem Land ausländische Investitionen zugesichert, wodurch vor allem Wirtschaftszweige wie Eisenbahnwesen, Forstwirtschaft aber auch Braunkohleabbau und Chemiefabriken sich langsam erholen konnten. Die ausländischen Direktinvestitionen welche zwischen 1994-2002 an die Föderation und die Serbische Republik getätigt wurden betragen insgesamt etwa 900 Mio. Euro. Vor allem Europa investierte große Summen in den wirtschaftlichen Wiederaufbau des Landes, der Sektor Produktion wurde wesentlich finanziell unterstützt, gefolgt von Bankwesen und Dienstleistungen. Im Jahre 2002 stellte sich aufgrund der finanziellen Unterstützung eine positive Tendenz ein. So verzeichnet man 1996 nur etwa 23 % an Wachstum im Produktionssektor, waren es 2002 bereits fast 100 %. [58]

Gegenwärtig ist vor allem die Wasserwirtschaft in Form von Kraftwerken ein gewinnbringender Wirtschaftszweig. Aus diesem Grund kam es zu einem regelrechten Bauboom an Wasserkraftwerken in Bosnien.

⁵⁶ Stanko Smoljanovic, Banja Luka, <https://www.dw.com/de/bosnische-serbenrepublik-l%C3%B6st-eigene-streitkr%C3%A4fte-auf/a-1698129>, Version: 01.09.2005

⁵⁷ Bundesministerium für Landesverteidigung, Roßauer Lände 1, 1090 Wien, bundesheer.at/ausle/eufor/index.shtml

⁵⁸ Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Bosnien und Herzegowina, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina



Abb. 16: Eines von drei in Bau befindlichen Wasserkraftwerken an der Sana in Bosnien, Auftraggeber: KELAG [Q16]

Weit über 100 Wasserkraftwerke wurden in den letzten Jahren in Bosnien gebaut und fast täglich wurden neue Baukonzessionen ausgestellt. Das Resultat waren ausgetrocknete Flussbette über weite Teile des Landes.

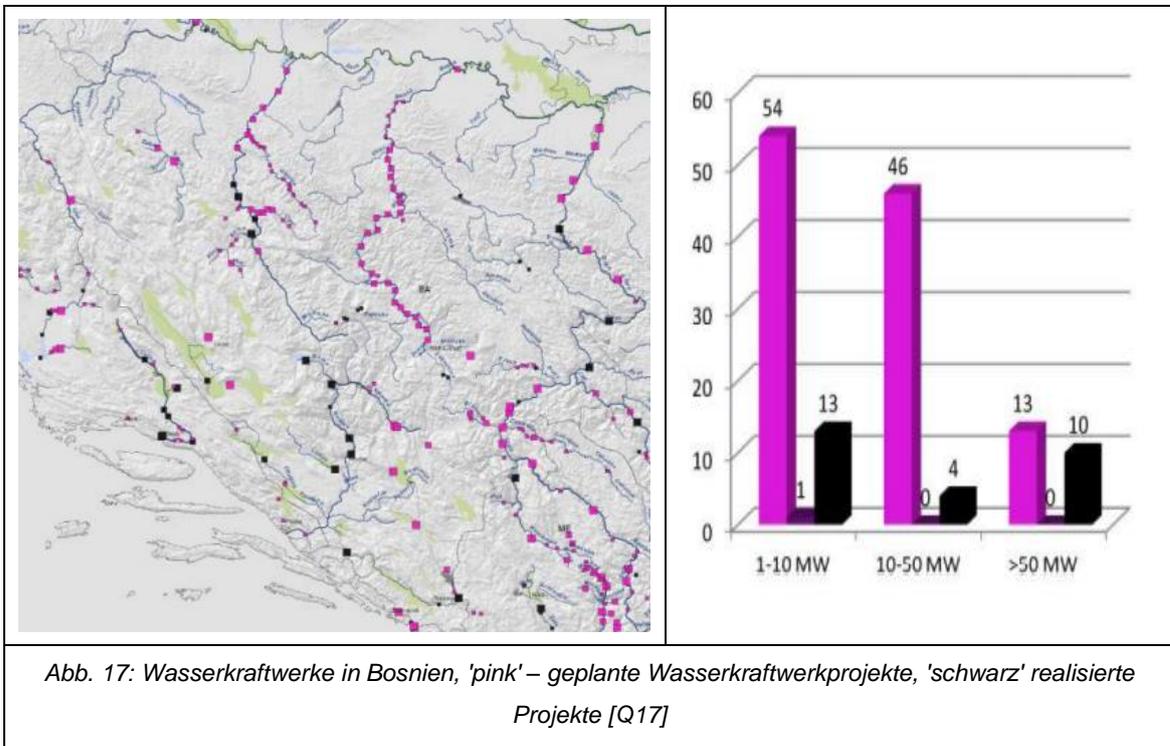
Aufgrund dessen wurde eine landesweite Überprüfung erteilter Baugenehmigungen durchgeführt, mit dem Ergebnis, dass viele Konzessionen illegal ausgestellt wurden.

Landesweit wurde durch das Parlament der Föderation Bosnien und Herzegowinas, am 25. Juni 2020, ein Baustopp verordnet. Zudem mussten alle aktiven Projekte bis auf weiteres eingestellt werden. [59]

Bislang konnte kein einheitlicher Wirtschaftsraum gebildet werden der zugleich alle Landesteile umfasst. Die staatlichen Strukturen sind, aufgrund ihres komplexen Aufbaus, für ausländische Geldgeber schwer zugänglich.

⁵⁹ Save the Blue Heart of Europe Historic decision for rivers in Bosnia & Herzegovina | Save the Blue Heart of Europe (balkanrivers.net), Version: 25.06.2020

Laut Weltbank war Bosnien-Herzegowina, von insgesamt 190 Staaten, im Jahre 2016 auf Platz 81 der ‚Doing-Business‘-Liste gereiht. Damit wurde B.-H. als das wirtschaftlich am schlechtesten entwickelte Land, aller Nachfolgestaaten der Republik Jugoslawien, eingestuft. [60]



3.3 Demographie und Bevölkerungstrends

Nach Zerfall der Republik Jugoslawien wurde ein Volksentscheid für ein unabhängiges Bosnien und Herzegowina gefordert. 65 % der Bevölkerung entschied sich für einen selbstständigen Staat. Anfang April 1992 wurde die Unabhängigkeit Bosniens international staatlich durch die UNO anerkannt. Jedoch war Serbien mit dem Ausgang der Wahlen unzufrieden, da Serbien wie auch Montenegro das Ziel eines gemeinsamen Staates verfolgten. Wodurch am Balkan ein Krieg ausbrach, der einen Genozid vorwiegend auf Seiten der Bosniaken auslöste und die Zerstörung des Landes verursachte.

⁶⁰ Deutsche Bundesministerium, https://www.bmz.de/de/laender_regionen/Mittel-Ost-und-Suedosteuropa/bosnien_herzegowina/zusammenarbeit/index.html

Nach Jahren des Bürgerkrieges schaltete sich die NATO ein, wodurch sich die jugoslawischen Parteien beugten und mit Friedensverhandlungen einverstanden erklärten [61]



Abb. 18: Eine Barrikade an der Frontlinie, in der Stadt Dobrinja in Sarajevo [Q18]

Der Krieg von 1992 bis 1995 hatte große Auswirkungen auf die demografische und gesundheitliche Situation in B.-H. Die Zahl der getöteten Menschen belief sich auf etwa 100.000 Menschen alleine in Bosnien. Zudem leben noch immer einige hunderttausend Menschen außerhalb B.-H. als Flüchtlinge. Ein Drittel der heutigen Einwohner müssen mit Flüchtlingsstatus in von UNHCR beschützten Gebieten leben. [62 63]

⁶¹ <https://www.geschichtslehrer.in/contentLD/Hi/Ze95jBalkankrieg.pdf>, Seite 2-3

⁶² bpb, <https://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/251437/luftbruecke-sarajevo-30-06-2017>, Version: 30.6.2017

⁶³ Prof. Dr. Wolfgang Etschmann, <https://www.truppendienst.com/themen/beitraege/artikel/der-krieg-in-bosnien-und-herzegowina-1992-1995-1/#page-1>, Version: 10.12.2019

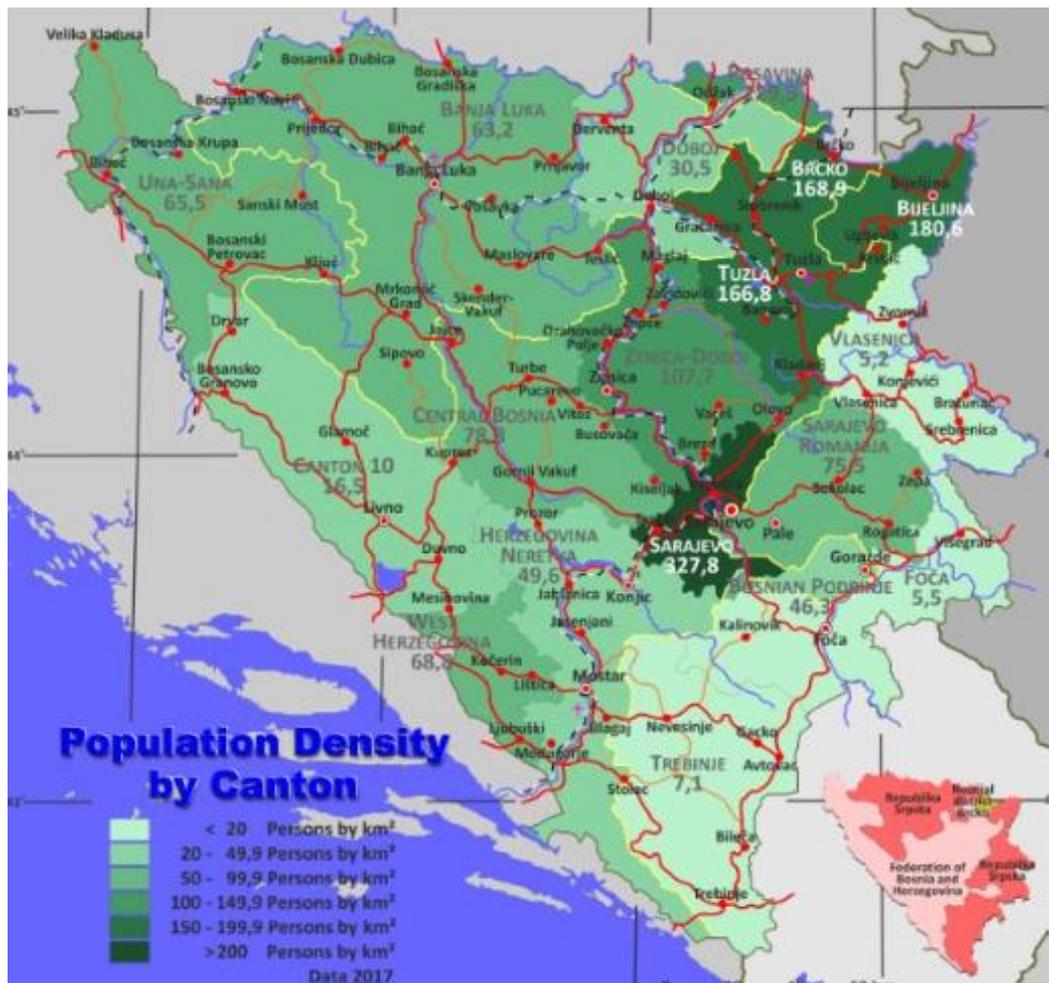


Abb. 19: Bevölkerungsdichte in Bosnien und Herzegowina von 2017 [Q19]

Seit Ende des Krieges bilden die Hauptstadt Sarajevo und die nördlich gelegenen Städte Banja Luka und Tuzla die Ballungszentren in Bosnien und Herzegowina. Insgesamt leben 3,5 Millionen Menschen in B.-H., davon annähernd 560.000 in Sarajevo, 200.000 in Banja Luka und 120.000 in Tuzla.

Die fortschreitende Zersiedelung basiert auf der Tatsache, dass das Bauland weit außerhalb der Ballungszentren bedeutend günstiger zu erwerben war und ist. In einem Land in dem die Arbeitslosenquote 2014 fast 30 % betrug (heute 16 %), ist die unkontrollierte Streuung der Bevölkerung im Land, das Resultat diffuser politischer Strukturen und Korruption.

Aufgrund dessen existiert auch keine gesetzliche Regelung zur Vergabe der Grundstücke, wodurch es gestattet ist, jedes beliebige Grundstück für den Bau des Eigenheimes zu akquirieren.

Die geringere Besteuerung von ‚noch im Bau‘ befindlichen Häusern führt in Bosnien zu einer Häuserlandschaft bestehend aus halb fertig gestellten Häusern zumeist mit teilweise unbewohnbaren Bereichen oder unverputzter Außenfassade.

3.4 Infrastruktur

Vor der Überschwemmung war die Infrastruktur des Landes im Vergleich zu den Westeuropäischen Staaten eher unterdurchschnittlich entwickelt. Zwar wurde nach dem Krieg in den 90er Jahren internationale Ressourcen mobilisiert um den Wiederaufbau voranzutreiben, dennoch etabliert sich das Land aufgrund politischer Diskrepanzen und Misswirtschaft, nur sehr langsam in den Reihen der führenden Industriestaaten.

Jedoch konnten zwei der wichtigsten Hauptverkehrswege am Westbalkan seit dem Krieg realisiert werden. Einerseits von Nord nach Süd entlang der Flusssysteme der Bosna und Neretva, und andererseits, von West nach Ost parallel zur Save. Wodurch ein Straßennetz mit einer Gesamtlänge von insgesamt 22.500 km entstehen konnte, welches fast ausschließlich den privaten Sektor der Wirtschaft zugesprochen wird. Zudem verfügt das Land über einen internationalen (Sarajevo) und drei nationale Flughäfen (Banja Luka, Mostar und Tuzla).



Abb. 20: Flughafen Sarajevo, [Q20]

Das Flussnetz, sowie der Zugang zum Mittelmeer über den Hafen Ploce in Kroatien, werden für Warentransport aus und nach B.-H. genutzt. Brčko ein Flusshafen an der Save ist, neben Bosanski Šamac, Bosanska Gradiska und Bosanski Brod einer der wichtigsten Häfen mit direkter Verbindung zur Donau und den daran angrenzenden Industriestätten in Europa.

3.5 Geographie und Reliefformung

Die Reliefform des Landes gibt die Fließrichtung der durch Schneeschmelze oder Niederschlag anschwellenden Quellen an und definiert die Ebenen in denen sich das Wasser sammelt und sich im Ereignisfall teilweise ungehindert ausbreiten kann.

Das Gebiet der **externen Dinare** sowie der Niederer Herzegowina wird von einer Vielzahl an Karstphänomenen wie Karstfeldern, Plateau und Polje bzw. ausgeprägte Reliefformen und -hänge bestimmt. *Abb. 21* zeigt eines der bekanntesten Poljen Felder in Bosnien und Herzegowina, die Bravsko Polje.



Abb. 21: Bravsko Polje in Bosnien und Herzegowina [Q21]

Das sich vom Nordwesten nach Südosten erstreckende Dinarische Gebirge macht etwa 28.940 km² (57 %) der Gesamtfläche von B.-H. aus.

Mit etwa 2400 m.ü.A. ist der Maglić der höchste und markanteste Berg in dieser Region. Charakteristisch für die Dinaren sind die tiefen Schluchten der Flüsse Una, Sana, Vrbas, Pliva und Neretva, welche sich zwischen den Bergen B.-H. und den großen Karstfeldern fortpflanzen.

An der Nordgrenze des Karstes dominieren die **inneren Dinaren**, welche als sehr komplexe Region gelten. Das Gebiet weist fruchtbare fluviale, fluvial-kolluviale und kolluviale Böden entlang der Wasserläufe auf.

Die **Tieflandebene**, die durch die Serpentinien und der Flysch Zone (bzw. Sandsteinzone) definiert wird, bildet den südlichen Rand der pannonischen Ebene über das Tieflandbecken der Save bis hin zur Mündung des Flusses Drina.

Pannonische Tiefebene oder Karpatenbecken

Das Pannonische Becken ist eine ausgedehnte Tiefebene, die sich bis zur Nordgrenze Bosniens erstreckt. Acht verschiedenen Staaten gehören heute der Pannonischen Tiefebene an.

Darunter Ungarn, der Ostrand Österreichs, die südlichen Tiefländer der Slowakei, der Westen Rumäniens, der Norden Serbiens, der Osten Kroatiens, der Nordosten Sloweniens und die Ukraine.

In ihr befinden sich die natürlichen Überschwemmungsgebiete der Posavina, ausgedehnte Flusstäler wie beispielsweise das Sana- und Prijedor-Becken, sowie das Gebiet der Bosanska Krajina im Einzugsgebiet des Flusses Una. [64 65 66]

⁶⁴ Anette Kasten, <https://www.uni-koblenz.de/~ist/ewis/bageo.html>

⁶⁵ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

⁶⁶ Anette Kasten, <https://www.uni-koblenz.de/~ist/ewis/bageo.html>

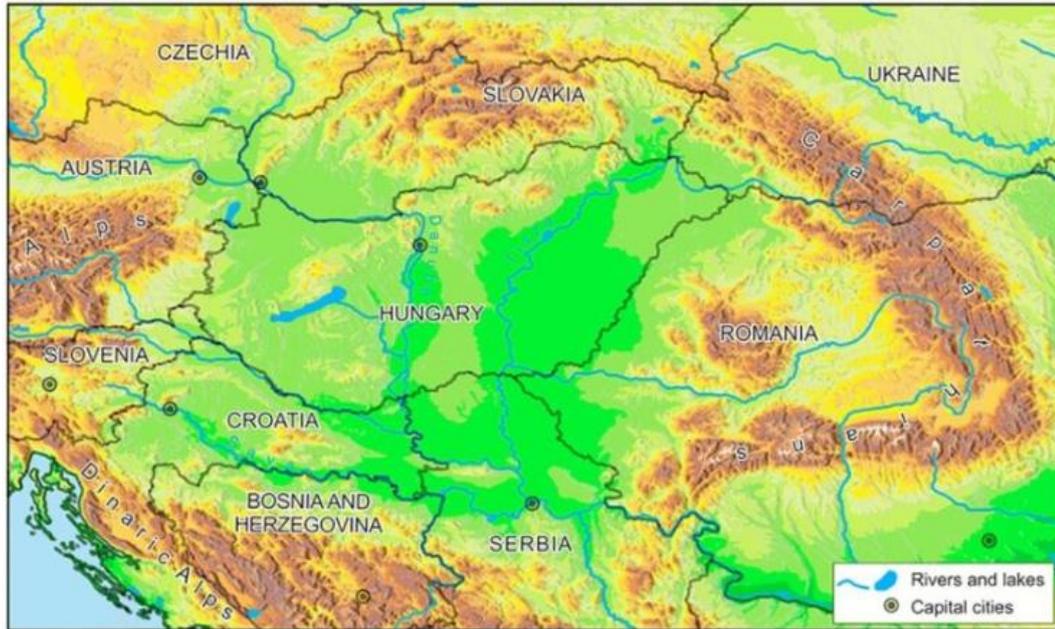


Abb. 22: Pannonische Tiefebene [Q22]

In den Flusstälern, insbesondere im Save-Tal, aber auch in breiteren Nebenflüssen (Una, Vrbas, Bosna, Drina), gibt es eine fast flache holozäne Terrassenhöhe (Alluvium), die aus mehrschichtigen Ablagerungen (Kies, Sand und Ton) besteht. Fruchtbaren Flussböden und verschiedene hydromorphen Gleyeböden sind auf den Terrassen zu finden. Zudem bieten die automorphen Böden in diesem Gebiet, günstige Bedingungen für Wein-, Vieh- und Gemüseproduktion und für die Kultivierung von Obstbäumen. [67]

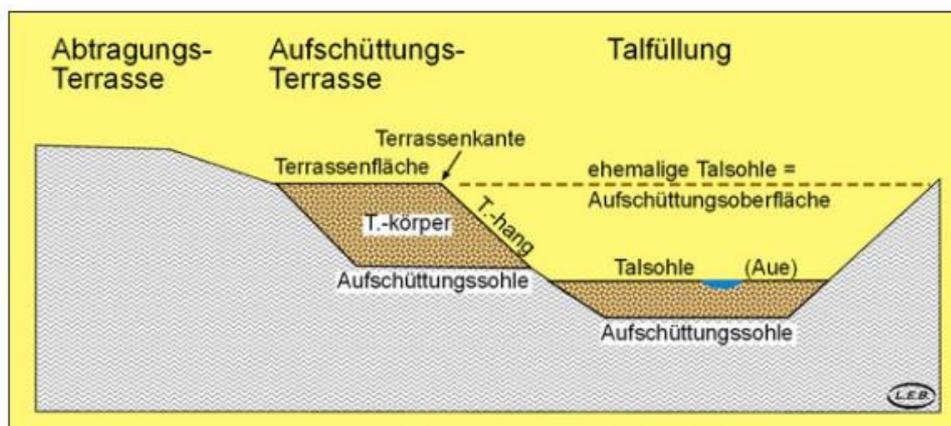


Abb. 23: Schema der Flussterrassenbildung [Q23]

⁶⁷ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

Das Tiefland befindet sich in einer Schwemmlandebene dessen Terrassenaufbau am Rande der Save endet, wodurch es dem potenziellen Risiko von Überschwemmungen ausgesetzt ist. Durch den Terrassenaufbau sind zudem erosionsbedingte Rutschungen gegeben, die ein erhebliches Schadenspotential generieren können. [68]

Dinarisches Gebirge

Das Dinarische Gebirge erstreckt sich über 600 Kilometer entlang der westlichen Balkanhalbinsel von den Julischen Alpen in Nordostitalien bis zum höchsten Bereich der Dinarischen Alpen, den Prokletije oder Albanischen Alpen in Nordalbanien. [69 70 71]



Abb. 24: Dinarisches Gebirge [Q24]

Primär bestehen die Dinarischen Alpen aus mesozoischen und kenozoischen Sedimentgesteinen, wie Dolomit, Kalkstein, Sand und Konglomeraten. Der mesozoische Kalkstein ist charakteristisch für die erosionsbedingte Bildung von Karst, der vorrangig in den äußeren Dinariden auftritt.

⁶⁸ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

⁶⁹ BS, <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/karstlandschaft/4007>

⁷⁰ Centre for Ecological Research - Hungarian, https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/8719/Brosch%C3%BCre_%C3%96kosystemdienstleistungenKarstgebiete.pdf?fd=0, Version: Mai 2018

⁷¹ Alpen Adria Universität Klagenfurt, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina

Karstfelder sind geschlossene Karsttäler mit Vegetation und Ackerland. Die Felder sind halb oder vollständig geschlossen, wobei das hydrologische Regime durch die Fähigkeit der Sinkzonen reguliert wird, sodass Niederschlagsüberschüsse absorbiert werden können.

Nichtsdestotrotz sind Überschwemmungen und lange Wasserrückhaltezeiten, vor allem von Herbst bis Frühling, ein konstantes Problem. Karstfelder sind sehr empfindliche und gefährdete Ökosysteme. Aufgrund von Bewässerungspraktiken findet eine sporadische und sekundäre Versalzung des Bodens statt.

Die westbosnischen und herzegowinischen Karstfelder werden periodisch überschwemmt. Einige von ihnen wurden für die Wasserversorgung von Ackerfeldern entwässert oder zu Stauseen umgebaut. [72 73 74 75]

Der in *Abb. 25* dargestellte Dinarische-Karst hat durch plattentektonische Deformation der Gesteinsschichten eine treppenartige Großreliefstruktur, die stufenweise von der Adriaküste bis ins Landesinnere ragen. In den Reliefstrukturen befinden sich Dolinen und Poljen, die aufgrund ihrer Größe die Karst Morphologie und Hydrologie dominieren.



Abb. 25: Dinarischer Karst [Q25]

⁷² Mehrere Autoren, https://de.wikipedia.org/wiki/Dinarisches_Gebirge, Version: Aug.-2020

⁷³ BS, <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/karstlandschaft/4007>

⁷⁴ Centre for Ecological Research - Hungarian, https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/8719/Brosch%C3%BCre_%C3%96kosystemdienstleistungen_Karstgebiete.pdf?fd=0, Version: Mai 2018

⁷⁵ Alpen Adria Universität Klagenfurt, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina

Einer der markantesten Karsterscheinung in den Dinarischen Alpen ist die Polje. Die Entwicklung von Poljen ist vom Aufbau und Alter der geologischen Strukturen und den Verwerfungen abhängig. Die in Abb. 26 als wannenförmig Senke ausgebildete Polje wird durch Verkarstungsprozess der oberflächennahen Gesteinsschichten, wie Carbonatgestein (Dolomit, Kalkstein) oder Gips innerhalb von Niederschlagsperioden gebildet. Dabei können sie eine Fläche von mehreren hundert Quadratkilometer einnehmen. [76 77 78 79 80 81]

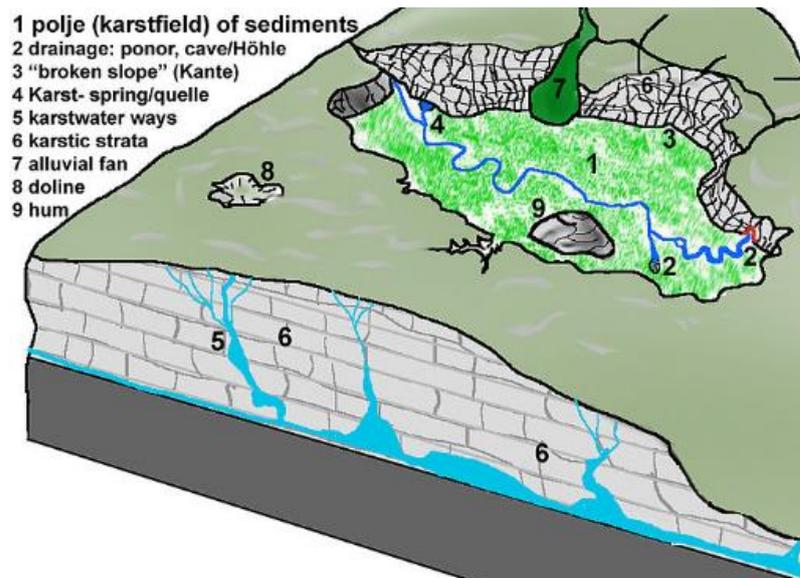


Abb. 26: Aufbau einer Polje, wie sie in den Dinarischen Alpen vorkommen [Q26]

Die Sedimentablagerung, am Boden der Senken können mehrere 100 Meter betragen und dabei eine wasserstauende bis wasserundurchlässige

Zusammensetzung annehmen, sodass in den Dinaren sowohl steinige, trockene Ablagerungen aber auch lehmige oder tonige Böden vorzufinden sind.

⁷⁶ Keine Angaben zum Autor, <https://geohilfe.de/physische-geographie/geomorphologie/karst/karst-oberflaechenformen/poljen-definition/>

⁷⁷ Mehrere Autoren, https://de.wikipedia.org/wiki/Dinarisches_Gebirge, Version: Aug.-2020

⁷⁸ BS, <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/karstlandschaft/4007>

⁷⁹ Centre for Ecological Research - Hungarian, https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/8719/Brosch%C3%BCre_%C3%96kosystemdienstleistungen_Karstgebiete.pdf?fd=0, Version: Mai 2018

⁸⁰ Alpen Adria Universität Klagenfurt, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina

⁸¹ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

Das Niederschlagswasser auf Karsthochflächen versickert in Klüften, Spalten und Ponoren (Schlucklöcher). Danach dringt das Oberflächenwasser über Klüfte in die Gebirgstiefen ein, vereinigt sich mit weiteren Karstwasserströmen, und tritt nach einiger Zeit als Karstquelle in den Tälern zutage. Durch die Versickerung in den Karsthohlformen wird der Oberflächenabfluss verringert.

Im Zuge chemischer Lösungsprozesse entwickeln sich zahlreiche Hohlräume im Karstgestein, was eine Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit mit gleichzeitig reduzierender Filtrationswirkung des in das Grundwassers eingeleitete Niederschlagswassers zur Folge hat. Nach Starkregenereignissen und infolge von Schneeschmelzen schwillt der Wasserpegel zum Schüttungsmaximum an. Anschließend schwindet die Wasserzufuhr innerhalb kurzer Zeit deutlich bzw. versiegt bei längeren niederschlagsfreien Perioden.

Zudem können bei überdurchschnittlich hohen Niederschlagsmengen in Kombination mit Verengungen oder Verschlüssen, die aufgrund von Einstürzen Untertage oder Eintrag von Fremdkörper hervorgerufen wurden, Poljen zu temporären Seen transformiert werden.

Da die Besiedelung der Poljen lange Zeit von den hydrologischen Gegebenheiten dominiert wurden, war es undenkbar dort Siedlungen zu errichten. Erst mit den heutigen Techniken zur Trockenlegungen der Poljen, mittels Gräben, künstlichen Ableitungen und Verbreiterungen kommt es ausschließlich in seltenen extrem Fällen, wie auf *Abb. 27* (Seite 34) ersichtlich zu Überschwemmungen. Schlucklöcher werden mit Rechen, Setzbecken und Trichtern ausgestattet, um die Abflusskapazität zu kontrollieren. [82 83 84 85 86]

⁸² Mehrere Autoren, https://de.wikipedia.org/wiki/Dinarisches_Gebirge, Version: Aug.-2020

⁸³ BS, <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/karstlandschaft/4007>

⁸⁴ Centre for Ecological Research - Hungarian, https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/8719/Brosch%C3%BCre_%C3%96kosystemdienstleistungen_Karstgebiete.pdf?fd=0, Version: Mai 2018

⁸⁵ Autoren: Ognjen Bonacci, Ivana Zeljkovic, Amira Galić, Titel: Karst rivers' particularity: An example from Dinaric karst (Croatia/Bosnia and Herzegovina) Artikel in 'Environmental Earth Sciences', Dezember 2012, https://www.researchgate.net/publication/257794360_Karst_rivers'_particularity_An_example_from_Dinaric_karst_CroatiaBosnia_and_Herzegovina

⁸⁶ Alpen Adria Universität Klagenfurt, https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina



Abb. 27: Überschwemmung der Tropic Polja, Mai 2014 [Q27]

Aufgrund des Niederschlagsreichtums sind die Dinariden insbesondere in den zentralen Teilen ein wasserreiches Gebirge. Die bedeutendsten Flüsse sind von Norden nach Süden: Kupa, Una, Sana, Vrbas, Bosna und Drina, die alle über die Save ins Schwarze Meer entwässern. Für alle dinarischen Flüsse sind Schluchten, Klammern und Canyons prägend. [87]

3.6 Geologie und Vegetation

Die geologische und petrologische Zusammensetzung des Bodens in Bosnien und Herzegowina ist das Ergebnis einer langen geologischen Geschichte. Die Grundwasserführung im Erdreich als auch die Aufnahme des Oberflächenwassers der jeweiligen Bodenschichten geben Aufschluss darüber. Sowohl im Wasser als auch an Land können verschiedene Arten von Flora und Fauna beobachtet werden.

Große Gesteinskomplexe im Bereich der äußeren Dinaren weisen einen hohen Anteil an Karbonat im Gesteinen auf. [88]

⁸⁷ Mehrere Autoren, https://de.wikipedia.org/wiki/Dinarisches_Gebirge, Version: Aug.-2020

⁸⁸ Peter Seroka, <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Geologisches%20Portrait/Ophiolithe>

Im Gegensatz dazu der Flysch-Ophiolithkomplex. Er entstand als Bestandteil der ozeanischen Lithosphäre aufgrund der Subduktion zwischen Eurasischen und Afrikanischen Platte, die vorwiegend aus Tonstein und grobkörnigem Gestein besteht und sich von Zentral nach Nord Bosnien (interne Dinaren) erstreckt. In Abb. 28 ist der geologische Aufbau des Landes dokumentiert.

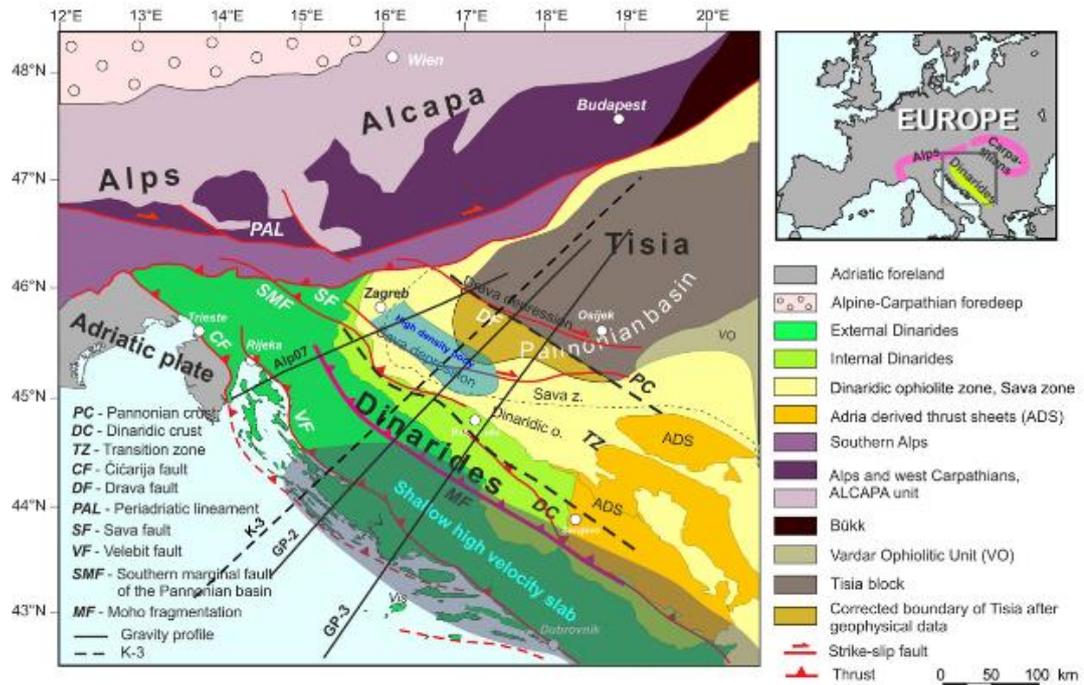


Abb. 28: Geologischer Aufbau Bosniens [Q28]

In manchen Teilen der internen Dinare wurden zudem paläozoische Karbonat Verbindungen in komplexer tektonischer Beziehung dokumentiert. In der Tiefenebene überwiegen nicht konsolidierte Böden, mit gering mächtiger Humusschicht auf Lockergestein (z.B. Sand) wie Regosole oder Rendzina. Dieser Bodenaufbau versagt vor allem aufgrund erosionsbedingter Abtragung. [89 90 91 92 93]

⁸⁹ <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/s/silikatgestein.html>

⁹⁰ <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/regosol/13394>, Copyright 2000 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

⁹¹ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

⁹² Mehrere Autoren, <https://polipharm.ru/de/selskoe-hozyajstvo/v-pochvoobrazovanii-vazhnyu-rol-igraet-biologicheskije-factory/>

⁹³ Peter Seroka, <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/Geologisches%20Portrait/Ophiolithe>

Auf Silikaten bzw. Hartgestein (Feldspat, Quarz) dominieren Pseudogley-Böden (Stauäseeboden), während auf magmatischen Gesteinen Cambisol (Braunerde) und Gleye vorkommen. Aufgrund des stagnierenden Wassers in beispielsweise Pseudogleye, bildeten sich in der Tiefebene Auen und Moore, die auch als Hygromorphe Böden bezeichnet werden. Der Boden ist reichhaltig an Mineralstoffen, die wiederum günstige Bedingungen für die Tier- und Obstproduktion liefern. [94 95 96 97]

3.7 Flusssysteme

In Bosnien und Herzegowina sind zwei große Flusseinzugsgebiete vorzufinden:

1. das Sava-Einzugsgebiet im Norden und
2. das Einzugsgebiet der Adria und des Schwarzen Meeres im Süden.



Abb. 29: Einzugsgebiet des Schwarzen Meeres und des Mittelmeers [Q29]

⁹⁴ <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/s/silikatgestein.html>

⁹⁵ <https://www.spektrum.de/lexikon/geowissenschaften/regosol/13394>, Copyright 2000 Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg

⁹⁶ United Nations Environment Programme - UNEP, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme

⁹⁷ Mehrere Autoren, <https://polipharm.ru/de/selskoe-hozyajstvo/v-pochvoobrazovanii-vazhnyu-rol-igraet-biologicheskie-factory/>

Die Topographie Bosniens ist charakterisiert durch relativ große Ebenen, die von der Donau, Save und Tisa im Norden beherrscht werden.

Hügelige und bergige Regionen der Dinarischen Alpen sind häufig durch steile Hänge mit geringer Vegetation, engen Flussbetten und relativ großen Becken gekennzeichnet.

Die Bäche des Landes münden mehrheitlich in die vier Hauptflüsse Save, Drina, Bosna oder Vrbas. Nur der Fluss Neretva mündet direkt in das Adriatische Meer. Durch die Karstfelder entstehen unterirdische Wasserläufe zum Fluss Neretva oder zum Meer.

Trebinjica ist der längste teilweise unterirdisch verlaufende Fluss Bosniens. Seine Quelle befindet sich im Gebiet mit der höchsten jährlichen Niederschlagsmenge in ganz Europa. (ca. 4900 mm). Vor allem die Flusssysteme im Norden Bosniens sind stark anfällig für Überschwemmungen.

So wurden in Laufe der Geschichte mehrere Hochwässer in den Städten der Flusstälern Novi Grad, Prijedor, Sanski Most, Samac und Janja dokumentiert. Ende des 19. Jhd. wurden Hochwasserschutzsysteme wie Deiche und Entwässerungsrinnen entlang des Flusses gebaut.

Mit der Gründung der Föderativen Volksrepublik Jugoslawien im Jahr 1946 wurde die Save und seine Nebenflüsse zu einem nationalen Einzugsgebiet erklärt, was den Bau von Hochwasserschutzsystemen anregte.

1972 wurde eine Untersuchung mittels mathematischer Modelle und Hochwasserschutzpläne durchgeführt, welche die Planung und Regulierung der Save thematisierten.

Das entwickelte Hochwasserschutzsystem wies laut Studien, selbst nach mehreren Jahren eine hohe Widerstandsfähigkeit und Stabilität auf und wurde für ein allgemeines Schutzniveau von 1:100 Jahren (Wiederkehrperiode: ein Ereignis in 100 Jahren) ausgelegt. [98]

⁹⁸ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Der Hochwasserschutz bestand aus angelegten Deichen, Entwässerungsrinnen und Pumpstationen. Des Weiteren gibt es einige Stauseen zur Erzeugung von Wasserkraft sowie eine Reihe an Hochwasserrückhaltegebiete in der oberen Wasserscheide der Save. [99]

Einzugsgebiet der Save

Die Save entspringt in den Julischen Alpen nahe der slowenischen Grenze. Nach 940 km mündet sie bei Belgrad (Serbien) in die Donau.

Die wichtigsten Nebenflüsse neben Krka und Kupa (Kroatien), sind jene Nebenflüsse auf bosnisches Staatsgebiet, wie Una, Vrbas, Bosna und Drina. Mit einem durchschnittlichen Abfluss von etwa 1600 m³/s ist die Save der wasserreichste Nebenfluss der Donau. Zudem beträgt ihr Einzugsgebiet etwa 95.500 km². [100]

Die geologischen Strukturen und die komplexe tektonische Umgebung sind charakteristisch für das Save Becken.

Diese Grundeigenschaften werden in zwei unterschiedliche Haupttypen geteilt, die primär die Art der Grundwasserleiter bestimmen. Zum einen formen sich intergranulare Grundwasserleiter innerhalb des pannonischen Gebietes und andererseits dominieren Kalksteingrundwasserleiter in den Dinaren.

Zu den bekannten grenzüberschreitenden Grundwasserkörpern, welche mit dem Oberflächenwässern des Einzugsgebietes der Save verbunden sind, zählen unter anderem die Posavina und die Kupa. [101]

⁹⁹ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

¹⁰⁰ Mehrere Autoren, de.wikipedia.org/wiki/Save, Version: 28-04-2014

¹⁰¹ Transboundary Waters Resources Management (TWRM), http://twrm-med.net/southeastern-europe/transboundary-river-basin-management/shared-surface-water-bodies/copy_of_map/new-river-basins/sava-river-basin



Abb. 30: Flusseinzugsgebiet der Save und ihren Nebenflüssen [Q30]

Ab Zagreb nimmt der Fluss einen zunehmend südöstlichen Verlauf mit sehr geringem Gefälle an. Die Save beginnt im mittleren und unteren Lauf zu mäandrieren und schafft zusammen mit den restlichen Gewässern Bosniens riesige Auen. Fast alle Nebenflüsse der Save, die durch Bosnien fließen, besitzen hohe Fließgeschwindigkeiten. Die Una ist, bevor sie die Einmündung in die Save erreicht und sich langsamer und milder voran bewegt, charakterisiert durch Wasserfälle und Stromschnellen. Die Nebenflüsse Vrbas, Ukrina und Bosna der Save entwässern den zentralen und nördlichen Teil Bosniens. Die Drina ist der größte und wichtigste Nebenfluss der Save, seine Entwässerungsbecken erstreckt sich in vier Länder (Montenegro, B.-H., Serbien und Albanien). [102]

¹⁰² EU, Sava Commission, http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/other_publications/balses_final.pdf, S 8, Version: 12.2013

Die Topographie im Einzugsgebiet der Save ist sehr unterschiedlich. Der obere Bereich des Beckens wird durch schroffe Berge, den Alpen und Dinaren, dominiert. Stromabwärts gelegene Gebiete sind durch flache Ebenen (Pannonische Tiefebene) gekennzeichnet.

Im Allgemeinen variiert die Höhe des Save Einzugsgebietes zwischen 71 m über dem Meeresspiegel an der Mündung in Belgrad und 545 m. ü. A. an den slowenischen Alpen. [103]

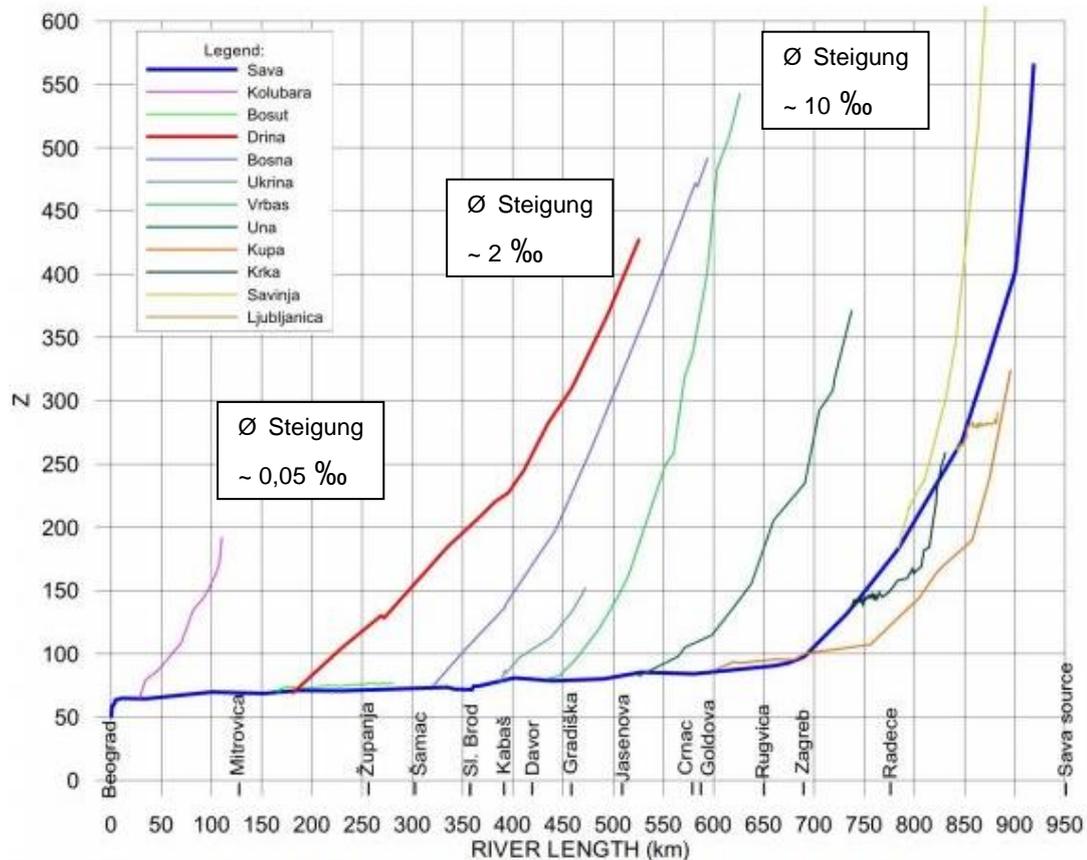


Abb. 31: Längsschnitt des Flusses Save und ihren Nebenflüssen [Q31]

Wie in Abb. 31 ersichtlich, ist entlang des Längsprofil der Save ein markanter Knickpunkt bei Kilometer 700, Höhe Zagreb, zu erkennen. Hier ist der Übergang von oberer zur mittleren und unteren Save.

¹⁰³ EU, Sava Commission, http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/other_publications/balses_final.pdf, S 8, Version: 12.2013

Zudem ist an diesem Punkt der Übergang von Kiesbettfluss zu einem Sandbettfluss. Die rechtsseitigen Nebenflüsse bringen groben Kies in das Flussbett der Save und bilden so große und sichtbare Rückstauzonen aus Kies an den Mündungen.

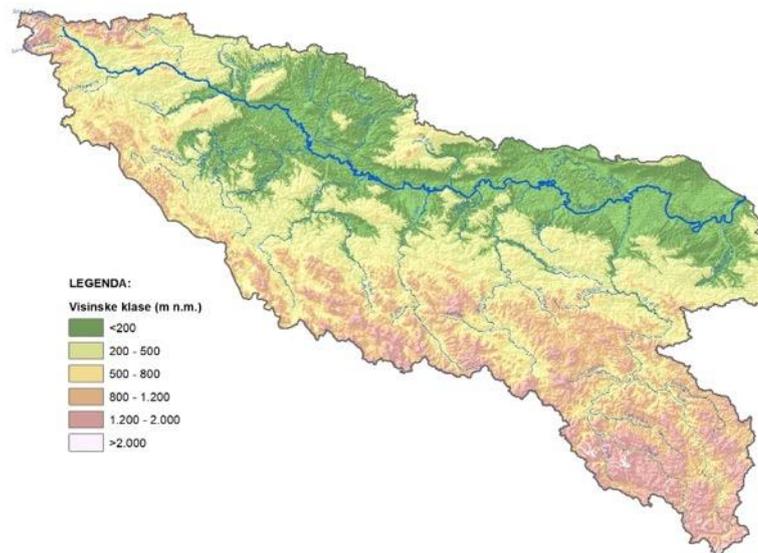


Abb. 32: Gefälle des Einzugsgebietes der Save [Q32]

Laut der World Reference Base (WRB) Bodenklassifikation (1998) beherrscht der Cambisol (Braunerde) das Save Becken mit 46,4 % der Gesamtfläche. Des Weiteren wurden Luvisole (Böden mit unterirdischer Anreicherung von hochaktiven Tonen und hoher Basensättigung), Leptosole (Böden mit geringer Höhe über hartem Gestein oder in nicht konsolidiertem, sehr kiesigem Material), Podzoluvisole (ausgelaugte Böden) und Fluvisole (junge Böden in Schwemmland) aufgenommen.

Im Save Einzugsgebiet herrscht das gemäßigte Klima vor, die kalten und heißen Jahreszeiten sind deutlich erkennbar. Die mittleren Temperaturen für das gesamte Sava Becken erreichen etwa 10 °C. [104]

¹⁰⁴ EU, Sava Commission, http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/sava_river_basin_analysis_-_summary/sava_booklet_eng.pdf, S 8, Version: 12.2010

Im Jänner fällt die Temperatur im Durchschnitt auf $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, während sie in den Sommermonaten fast $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ erreichen. Die Niederschlagsmenge und ihre jährliche Verteilung sind innerhalb des Beckens sehr unterschiedlich. [105]

Der jährliche Niederschlag wurde im Durchschnitt für das gesamte Gebiet auf 1.100 mm geschätzt und die durchschnittliche Verdunstung beträgt ca. 530 mm pro Jahr, wobei der höchste Wert im Zentrum Posavinas zu finden ist und der niedrigste im Einzugsgebiet der Drina, Bosna und Vrbas. [106]

Hydrometrie der Save

Das hydrologische Gleichgewicht, d.h. der Ein- und Austrag von Wasser über ein gewisses Gebiet, hängt vorwiegend von den klimatischen Bedingungen und physikalischen Merkmalen des Einzugsgebietes ab. Die räumliche Verteilung des hydrologischen Gleichgewichtes ist heterogen. Der jährliche Niederschlag der über einen längeren Zeitraum vorherrscht liegt durchschnittlich zwischen 6 und 2.300 mm und dominiert die Flusseinzugsgebiete der Kupa, Piva, Tara, Una, Vrbas und Drina. Der niedrigste Niederschlag wurde in Slowenien und Semberia dokumentiert.

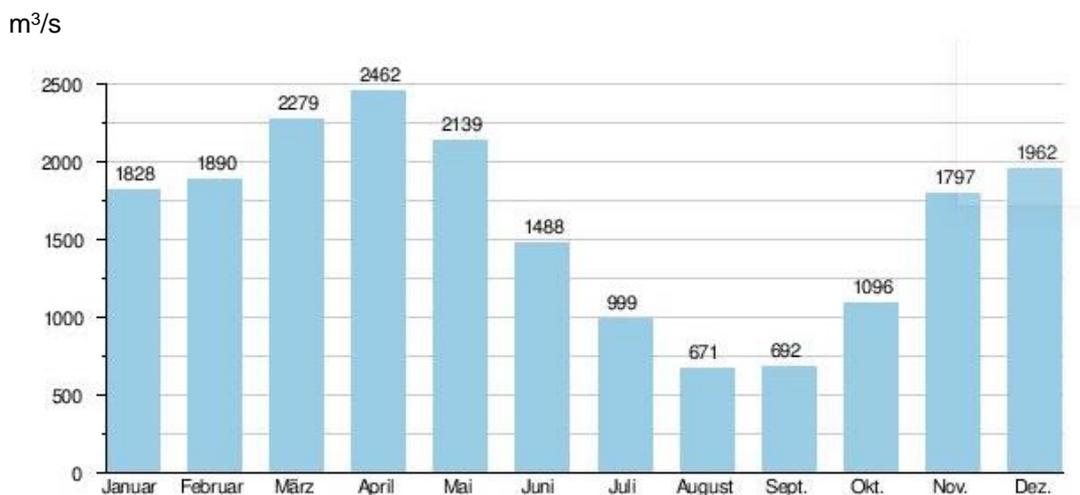


Abb. 33: Die durchschnittliche Durchflussmenge der Save wurde über 58 Jahre (1926–84) in Sremska Mitrovica etwa 100 km oberhalb der Mündung gemessen, [Q33]

¹⁰⁵ EU, Sava Commission, http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/sava_river_basin_analysis_-_summary/sava_booklet_eng.pdf, S 8, Version: 12.2010

¹⁰⁶ http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/peg_rbm/ad.3.1_wm_issues_doc_8_outline_of_the_climate_adaptation_strategy_for_the_sava_rb.pdf, S 8-9, Version: 01.2018

Die räumliche Verteilung des Flächenabflusses folgt weitgehend dem räumlichen Niederschlagsmuster. Der Niederschlag variiert zwischen 150 mm pro Jahr ($< 5 \text{ l / s / km}^2$) bis zu 1.200 mm pro Jahr (40 l / s / km^2).

Die geringsten Wassererträge werden entlang der Einzugsgebiete der Nebenflüsse der Save (Posavina, Semberija und Macva) umgesetzt. Dagegen können die Flüsse Una, Vrbas und Bosna einen hohen Wassereintrag verzeichnen.

Der durchschnittliche Abfluss im Bereich wo die Donau und die Save zusammenfließen beträgt $1700 \text{ m}^3 / \text{s}$, daraus resultieren eine durchströmte Flächeneinheit (unit-area-runoff) von etwa $17,5 \text{ l / s / km}^2$.

Innerhalb des Save Beckens variiert die Verteilung des Wassereintrages in die Sava signifikant zwischen 2.020 mm (Slowenien) und 218 mm (Serbien). Der Zustrom aus den Bergen weist einen wesentlich höheren Wert mit $64,2 \text{ l / s / km}^2$ auf, die der Beitrag aus der nördlichen Tiefebene gerade einmal $6,87 \text{ l / s / km}^2$ beträgt. Zudem verfügen alle rechtsseitigen Nebenflüsse der Save, Krupa, Una, Vrbas, Ukrina, Bosna, Drina, Tolisa, Tinja, über hohe Wassereinträge ($> 15 \text{ l / s / km}^2$), im Gegensatz zu jene auf der linken Seite. [107]

Überschwemmungsflächen



Abb. 34: Natürliche Überschwemmungsgebiete (Auen) in Bosnien und Herzegowina [Q34]

Große Teile der Save im Norden Bosnien und Herzegowinas sind noch unberührte Flusslandschaften, die aus ausgedehnten Auen und bis heute erhaltende Schwemmwälder bestehen.

¹⁰⁷ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Die jährlichen Überschwemmungszyklen im Winter und Frühjahr haben die Posavina Region geprägt. In den großen Augengebieten im mittleren Bereich des Flusses können 2 Milliarden m^3 Wasser gespeichert werden.

Auen saugen das Wasser wie ein Schwamm auf, sodass Überschwemmungen flussabwärts reduziert werden können und nachgelagerte Städte durch diese natürlichen Retentionsbecken vor Überschwemmungen geschützt sind. Die Auen bieten den größten Schwemmwald und Hochwasserschutz in Europa.

Die Region Posavina, die sowohl von Kroatien als auch von Bosnien und der Republika Srpska verwaltet wird besteht aus einem der größten natürlichen Überschwemmungsflächen in ganz Europa. [108]

Alleine auf der kroatischen Seite befindet sich ein 50.000 Hektar großes Auengebiet (Lonjsko Polje), während Bosniens Norden von einem Seen und Sumpfkomples im Bardaca Nationalpark geprägt ist. Zudem bildet das Hochwassersystem der oberen Posavina zusammen mit dem Kupa-Tiefland einen bis zu 1,6 Milliarden m^3 großen Speicher, was zu einem wesentlichen Beitrag zur Senkung des Wasserspiegels bei Spitzeneinleitungen in den Gebieten Zagreb, Sisak und Jasenovac resultiert. [109]

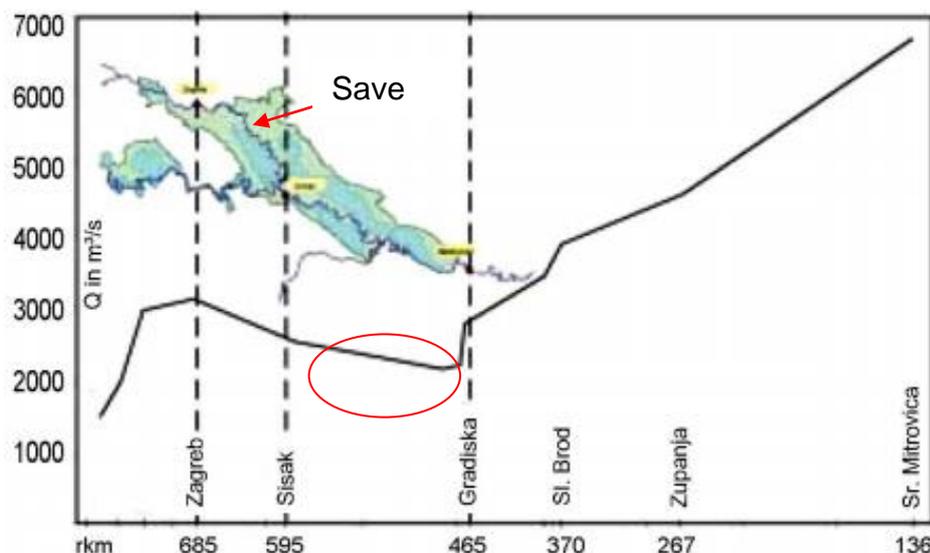


Abb. 35: Durchflussabnahme (Q) (Schwarze Linie) der Save im Bereich der oberen Posavina (Überschwemmungsfläche) [Q35]

¹⁰⁸ Ulrich Schwarz, https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf, S85, Version 2016

¹⁰⁹ <https://balkanrivers.net/en/key-areas/sava-river>

Aufgrund der zerstörerischen Überschwemmungen die in Bosnien seit dem 19. Jhd. präsent sind, wurden Hochwasserschutzkonstruktionen errichtet. Negative Auswirkungen dieser Konstruktionen konnte durch die stetige Reduktion vor allem im Bereich der Auen beobachten werden. Von den ursprünglich 8.943 km² konnten nur etwa 2.000 km² erhalten werden, sodass ein Verlust von 77% der natürlichen Retentionsfläche verzeichnet werden konnte. Ein Grund ist, unter anderem, die für die Trockenlegung der Böschungsgebiete, eingesetzten Pumpenstationen, die weite Teile der Überschwemmungsflächen dränieren. [110]



Abb. 36: Das Bardaca Feuchtgebiet, links - im Frühjahr und Herbst, rechts – im Sommer, völlig ausgetrocknet [Q36]

The Framework Agreement on the Sava River Basin (FASRB)

Am 3. Dezember 2002 wurde das erste internationale Rahmenabkommen, welches die Einführung des internationalen Schifffahrtsprotokolles und ein nachhaltiges Wassermanagement des Einzugsgebietes der Sava bestimmt. Es wurde von B.-H., Kroatien, Slowenien und Serbien unterzeichnet und trat 2004 in Kraft. Die internationale Kommission für das Einzugsgebiet der Sava (Sava Commission) mit Sitz in Zagreb, ist mit der Umsetzung des FASRB beauftragt. [111 112]]

¹¹⁰ Ulrich Schwarz, https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf, S85, Version 2016

¹¹¹ Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Serbia, <http://www.mfa.gov.rs/en/foreign-policy/eu/regional-initiatives/isrbc>

¹¹² EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment

Um den Hochwasserschutz im Einzugsgebiet der Save gewährleisten zu können wurden seit 2011 mehrere Abkommen und Aktionspläne entworfen und weitgehend unterzeichnet.

Das Save Tal, besonders der Abschnitt stromabwärts ab Zagreb, ist anfällig für Überschwemmungen. Sie treten in der Regel im Frühjahr nach der Schneeschmelze und im Herbst nach schweren Regenfällen auf.

Die breiten Überschwemmungsgebiete (Auen) und die natürlichen Tieflandebenen dienen als natürlicher Speicher- bzw. Rückhaltebecken (Deiche) von ansteigendem Wasser. Die Deiche sind im Allgemeinen auf eine 100-jährige Wiederkehrperiode von Hochwasserereignissen ausgelegt.

Im ehemaligen Jugoslawien wurden große Bemühungen unternommen, das gesamte Save-Einzugsgebiet nach einem einheitlich Hochwasserschutzplan zu steuern.

Nach dem Zerfall des Landes, in den frühen 90er Jahren, wurden die Koordinierungsarbeiten nach den unterschiedlichen Vorstellungen der Länder im Einzugsgebiet der Sava realisiert.

Vernachlässigte Wartungsarbeiten der Hochwasserschutzanlagen, in Kombination mit mangelhaften Überwachungs- und Alarmsystemen und unvollständige Dokumentierung von hydraulischen Parametern, als Resultat der Unabhängigkeit B.-H., führten laut einer Bedarfsanalyse der UNO aus dem Jahr 2014, zum Verfall des bosnischen Wassermanagements.

Daher sah man die Notwendigkeit eine Richtlinie zu verabschieden, die die gemeinsame Koordinierung eines nachhaltigen Hochwasserschutzes im Einzugsgebiet der Sava übernahm. [113 114 115 116]

¹¹³ Ulrich Schwarz, https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf, S85, Version 2016

¹¹⁴ <https://balkanrivers.net/en/key-areas/sava-river>

¹¹⁵ Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Serbia, <http://www.mfa.gov.rs/en/foreign-policy/eu/regional-initiatives/isrbc>

¹¹⁶ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Die Zusammenarbeit basiert auf einem Informationsaustausch, gemeinsamer Hochwasserwarnung und Alarmierung, die Erstellung eines Notfallplanes, sowie die Festlegung von Vorsorgeaktivitäten und Maßnahmen zur Minderung grenzüberschreitender negativer Auswirkungen. [117 118 119 120]

3.8 Naturgefahren

Das Land wird immer öfter mit verheerenden Auswirkungen von Naturkatastrophen konfrontiert. Im Folgenden werden die am häufigsten aufgetretenen Ereignisse dokumentiert.

3.8.1 Sturzfluten

Ein hoher Reliefunterschied fördert die Entwicklung neuer Sturzfluten und Erosionsprozesse, da enorme Massen an Sedimenten transportiert werden, die sich in Teilen der Flüsse ablagern. Durch diese Ablagerungen kommt es zu einer Reduzierung der Abflussleistung und einer Verminderung des Füllvolumens in Rückhaltebecken bzw. Stauseen.

Zudem verhelfen geologische Merkmale, Klimafaktoren sowie die Landnutzung dem Prozess sich zu einer Katastrophe heranzubilden. Die einhergehenden Erosionsprozesse laugen fruchtbare Böden in steilen Gebieten aus, verringern landwirtschaftliche Flächen und beeinflussen die Rückhaltekapazität der Wälder.

Die starken Regenfälle und die daraus resultierenden hochwasserführenden Flüsse, die in Bosnien und Herzegowina fast jährlich zu beobachten sind, führten zu Sturzfluten, wodurch sich ein Schwemmfächer, bestehend aus Schutt und Geröll, entwickelt, der sowohl die Infrastruktur als auch landwirtschaftliche Flächen auswäscht und unter dicken Sedimentschichten begräbt.

¹¹⁷ Ulrich Schwarz, https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf, S85, Version 2016

¹¹⁸ <https://balkanrivers.net/en/key-areas/sava-river>

¹¹⁹ Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Serbia, <http://www.mfa.gov.rs/en/foreign-policy/eu/regional-initiatives/isrbc>

¹²⁰ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014



Abb. 37: Mündungsgebiet der Bosna zur Sava nach der Sturzflut [Q37]

Besonders die Stadt Samac im Kanton Posavina, welche im Nordosten Bosniens an die Save grenzt, ist oftmals von Sturzfluten betroffen. Das Mündungsgebiet der Flüsse Bosna, Vrbas und Drina, in die Save befindet sich genau in diesem Bereich wodurch sich bei Dauerregen ein Rückstau des von den Flüssen geführten Hochwassers zu der bereits hochwasserführenden Save entwickeln kann, was letztendlich zu einer gewaltigen Sturzflut ausarten kann, wie in *Abb. 37* ersichtlich.

3.8.2 Gravitative Massenbewegung

In den letzten 20 Jahren wurde eine steigende Tendenz gravitativer Massenbewegungen wahrgenommen. Die negativen geologischen Voraussetzungen, wie ausreichende Hangneigung und verminderter Haftreibung zwischen den Bodenschichten, sind in diesen Gebieten natürlich gegeben, werden jedoch durch menschliche Aktivitäten verstärkt. [121]

¹²¹ Mihajlo Marković, Hamid Čustović, 2017, Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, PDF S115

Zusätzlich konnte unter anderem beobachtet werden, dass in den meisten Fällen ein Terrain aus vulkanischem Sedimentgestein oder anderen Sedimentkombinationen die Bedingungen für eine Massenbewegung förderten.

Das Dinarische Gebirge weist ein großes Potenzial für die Entwicklung von Rutschungen auf, welche in Folge dessen zu Boden Aufweitungen führen können.



Abb. 38: Dinarisches Gebirge [Q38]

Hauptsächlich wurden in Bosnien und Herzegowina Trümmerrutschungen, sowie Erdrutsche und Erdströme dokumentiert. Eine Vielzahl der Erdrutsche waren kaum 5 m tief, wodurch man von flachen bzw. oberflächlichen Rutschungen spricht. Nur ein geringer Prozentsatz konnte als tiefsitzende Rutschung detektiert werden. Vor allem der aus verwittertem, klastischem Gestein bestehende Boden im Norden Bosnien und Herzegowina ist anfällig für Erdrutsche. Jedoch werden immer öfters Rutschungen im Schiefergebirge in Zentralbosnien bzw. in der südlich situierten Flysch Zone beobachtet.

3.8.3 Plattentektonik und Erdbeben

Für die Entstehung von Erdbeben in Bosnien und Herzegowina sind sowohl die Erdplattengrenzen im Westen als auch die Verwerfungen im Landesinneren ausschlaggebend. Dabei bildet das dinarische Gebirge als Grenze zwischen der Eurasischen und der Adriatischen Kontinentalplatte die Grundlage des tektonischen Systems, wodurch das Land in einer tektonisch sehr aktiven Zone liegt.



Abb. 39: Adriatische Platte [Q39]

Die Relativbewegung der benachbarten Platten ist Auslöser zahlreicher Erdbeben am Balkan und wird als Zone mit erhöhter Erdbebengefahr deklariert. Das Gebiet im Südwesten Bosniens weist vor allem verkarstetes Gelände (Kalksteinhöhlen, Spalten und Dolinen) mit unzähligen unterirdischen Wasserläufen und -reservoirs auf.

Zahlreiche Störzonen queren dieses Gebiet was ein seismisches Risiko darstellt und als Ursache für lebensbedrohliche Überschwemmungen genannt werden kann. Bosnien und Herzegowina wird durch die Sarajevo-Verwerfung, welche das Land der Länge nach durchquert, kontrolliert.

Von dieser Verwerfung gehen viele kleiner Störzonen aus, die Auswirkungen auf beispielsweise Städte wie Banja Luka oder Tuzla haben. Neben der Sarajevo Verwerfung existieren noch quer dazu die Gradiska, Bihac, Livno, Jablanica und Mostar Verwerfung, wie in *Abb. 40* ersichtlich, die erheblichen Intensitäten erzeugen können.

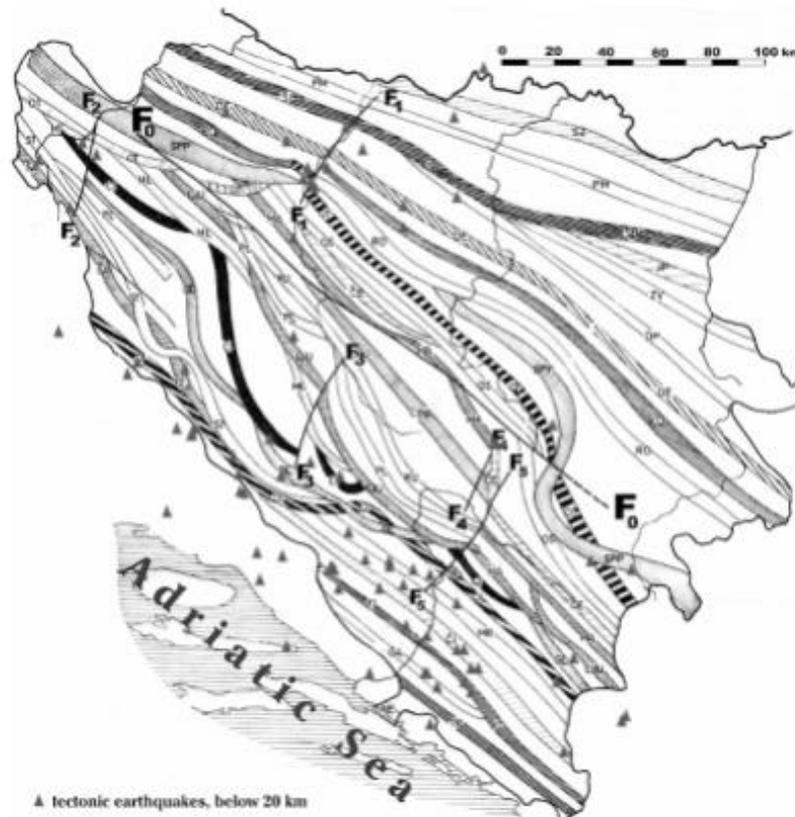


Abb. 40: Verwerfungszonen in Bosnien, F0: Sarajevo Verwerfung; F1: Gradiška; F2: Bihać; F3: Livno; F4: Jablanica; F5: Mostar [Q40]

Die globale Verwerfungszone der Erdkruste, die B.-H. im Süden durchquert, reicht von Nordindien (Himalaya) über den Iran, Türkei und Griechenland bis nach Osteuropa und steht in Beziehung mit der tektonischen Entwicklung des Landes. Im Land selbst wurde registriert, dass sich im Bereich um das Gebirge Treskavica Erdbeben der Stärke 3 auf der Richterskala, entladen. [122] Die Auswirkung von Erdbeben mit zerstörerischem Ausmaß, die Ihren Ursprung in den Nachbarländern (Kroatien, Montenegro oder Albanien) finden, können bis nach B.-H. reichen und zu schweren Schäden an der Infrastruktur führen.

¹²² Übersetzung des Autors, Mensur Omerbashich und Galiba Sijaric, Mai 2006, PDF: SEISMOTECTONICS OF BOSNIA - OVERVIEW , Seiten 1-11

Jedoch ereignen sich in B.-H. im Durchschnitt Erdbeben mit einer Intensität von weniger als 3 auf der Richter-Skala, stärkere Erdbeben sind relativ selten. [123]

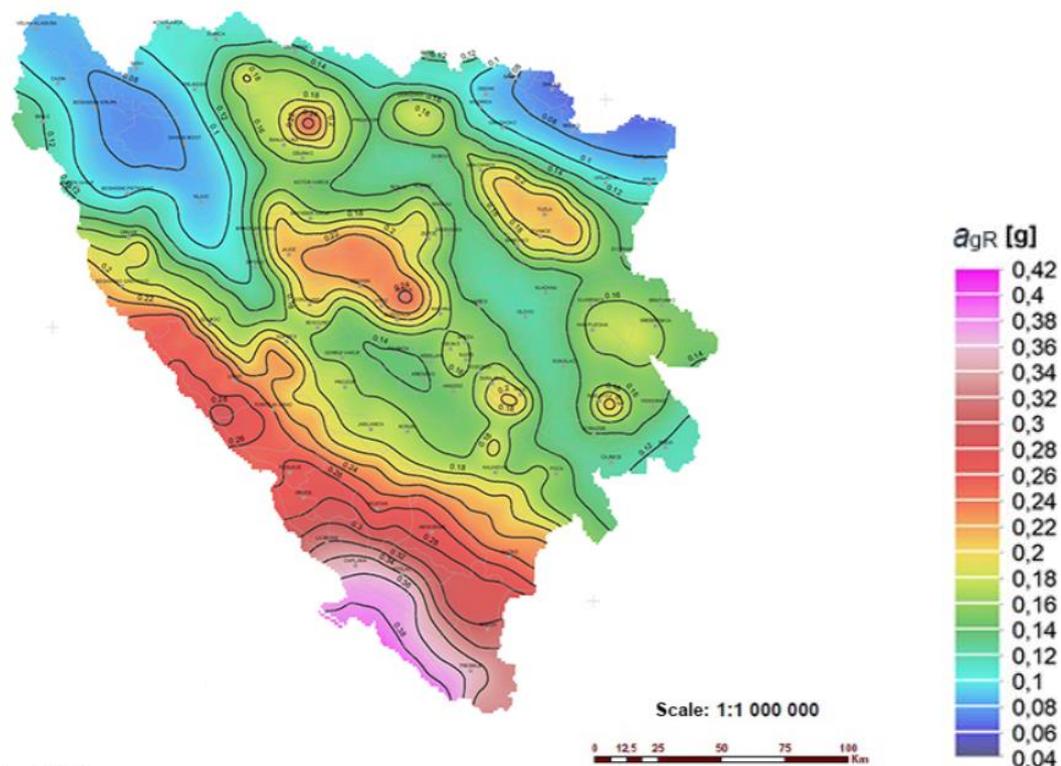


Abb. 41: Erdbebenkarte von Bosnien und Herzegowina bezogen auf ein Wiederkehrintervall von 475 Jahren [Q41]

Jedes Jahr gibt es etwa ein Dutzend Erdbeben die leichte Bodenbeben oder Sachschäden verursachen können. Seit Beginn der Aufzeichnungen (1963) wurden 1.084 Erdbeben dokumentiert, deren Stärke über 3 der Richterskala lagen. Obwohl die Vorhersage der seismischen Ereignisse mittels instrumenteller Daten und mathematischer Modelle schwierig ist, konnte das Federal Hydrometeorological Instiut (FHMI) feststellen, dass die Intensität der Erdbeben in etwa 50 Jahren auf einen Wert von 7 auf der Richter Skala steigen könnte. [124] Erdbeben können selbst wenn ihr Verlauf nur sehr schwach ist, Massenbewegungen im gesamten Land auslösen bzw. können in Kombination mit Extremwettern, Sturzfluten auslösen, Schutzmechanismen zerstören und zu einer landesweiten Katastrophe führen.

¹²³ Übersetzung des Autors, Mensur Omerbashich und Galiba Sijaric, Mai 2006, PDF: SEISMOTECTONICS OF BOSNIA - OVERVIEW, Seiten 1-11

¹²⁴ Sarajevo Times, <https://www.sarajevotimes.com/which-parts-of-bosnia-and-herzegovina-can-be-hit-by-the-destructive-earthquakes/>, Version: 06.12.2019

4. Bosnien-Herzegowina während des Hochwassers 2014

Am Balkan könnten laut einer Studie die jährlichen Temperaturen im Durchschnitt um 2 - 3°C bis 2050 ansteigen. Niederschläge würden im Sommer abnehmen, die Trockenperioden zunehmen, gefolgt von heftigen Regenfällen.

Eine Häufung an Überschwemmungen wäre die Folge dieser Kombination. Daher wird immer stärker die internationale Zusammenarbeit gefordert, um Themen wie ein nachhaltiges Hochwassermanagement besser koordinieren zu können und die Anpassungsfähigkeit an Hochwasserkatastrophen zu stärken.

Wenn möglich sollten daher tendenziell überschwemmte Gebiete zu Retentionsbecken umfunktioniert werden und Hochwasserschutzmaßnahmen an die gegebenen Jährlichkeiten angepasst werden.

Die Retentionsbecken können im Ereignisfall als Wasserressource (z.B. Trinkwasser) für Gebiete mit einem Rückgang des jährlichen Niederschlages genützt werden.

Es wurden Modelle entwickelt, die das Hochwasserrisiko in Abhängigkeit diverser Klimaszenarien für die einzelnen Teilbecken im Save Einzugsgebiet bis 2100 darstellen.

Das Ergebnis zeigte, dass das Save Becken und das Adria Becken, die zusammen fast 75 % der Fläche des Landes ausmachen, mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit einem Hochwasserrisiko ausgesetzt sein werden.

Momentan leben etwa 820.000 Menschen in diesen Becken, die dem Hochwasserrisiko ausgeliefert sind. [125]

¹²⁵ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, 2014

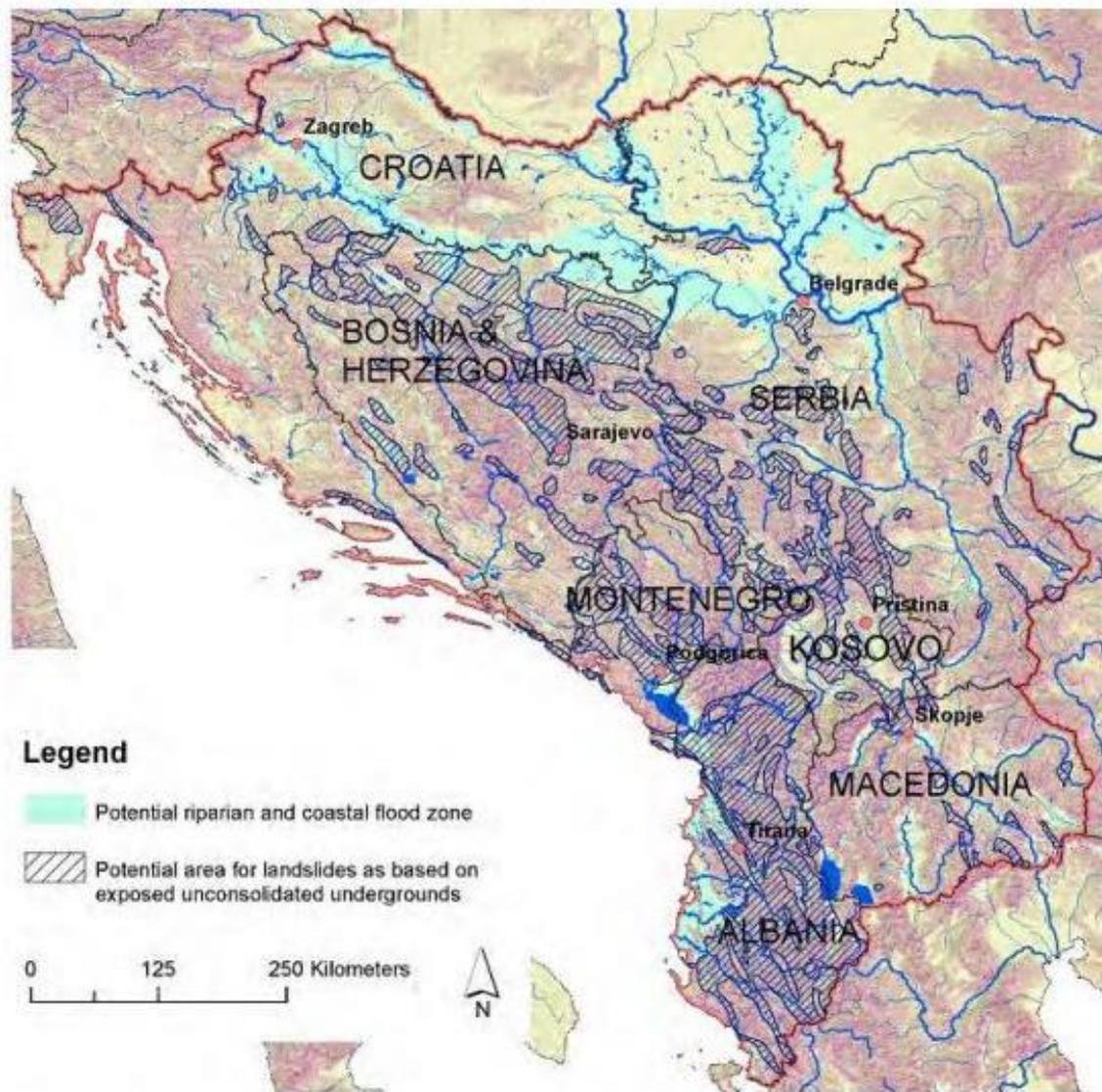


Abb. 42: Überflutungsflächen Bosnien und Herzegowina [Q42]

Im Mai 2014 führten starke Dauerregenfälle zu schlimmen Überschwemmungen im Norden, Osten und im Zentrum des Territoriums mit teilweise große Massenbewegungen.

Ein Tiefdruckgebiet mit der Bezeichnung Yvette bzw. Tamara entwickelte sich über Südost- und Mitteleuropa und verursachte außerordentlich starke Regenfälle, die mehrere Tage andauerten und massive Überschwemmungen verursachten.

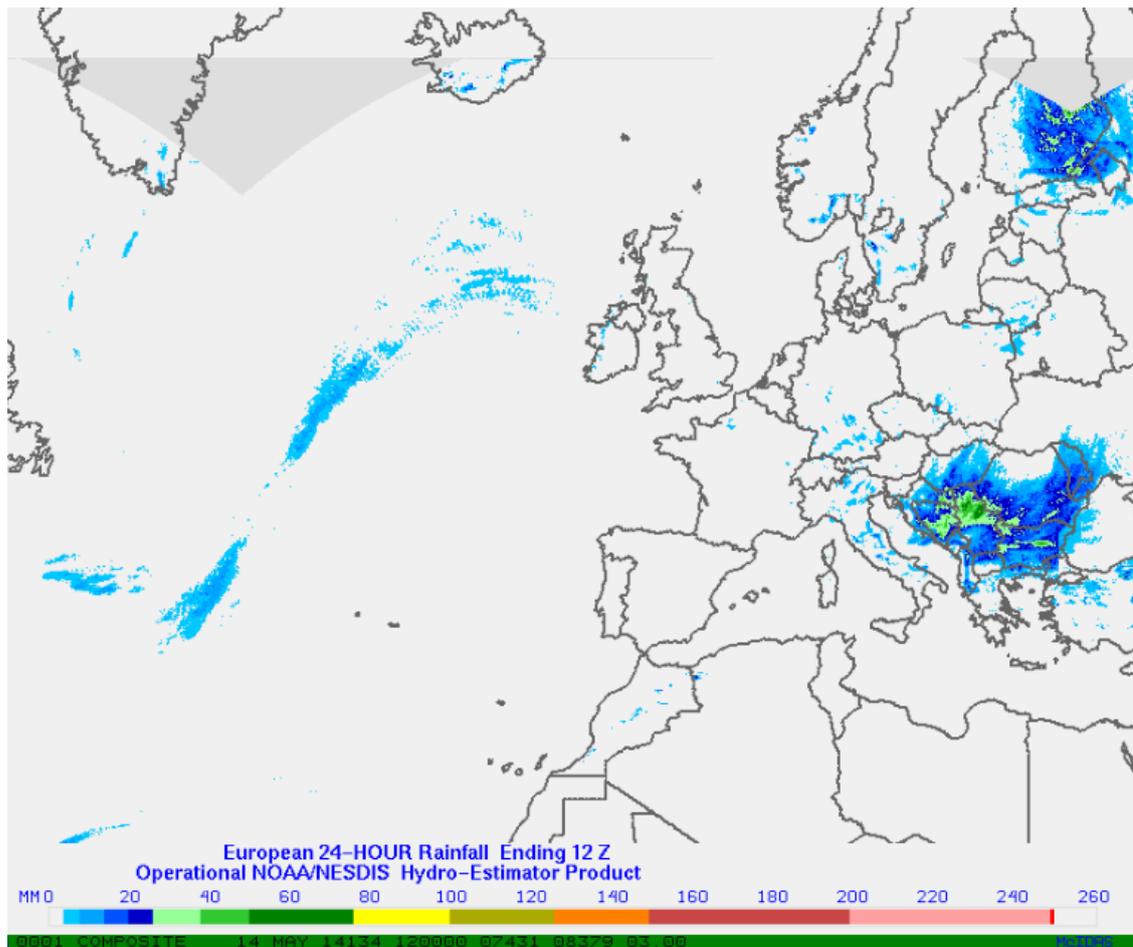


Abb. 43: Tiefdruckgebiet Tamara am 14 Mai 2014 [Q43]

In Norden und Osten Bosnien und Herzegowina wurden im Zeitraum vom 14.-16. Mai (48 h) Regenmengen von durchschnittlich über 180 l/m² (zum Bsp. Tuzla) gemessen, was im Normalfall jene Menge ist, die in diesem Gebiet innerhalb von 3 Monaten gemessen wird. Der plötzliche Starkregen führte dazu, dass die Flüsse (Bosna, Drina, Una, Sava, Sana, Vrbas) und ihre Nebenflüsse in kurzer Zeit Hochwasser führten.

Viele Gebiete im Norden, vor allem Tuzla, und im Grenzgebiet zu Serbien waren neben dem Hochwasser, auch von Murenabgängen betroffen. In der Stadt Tuzla wurden etwa 1500 Rutschungen registriert, was mehr als die Hälfte der dokumentierten Murenabgänge in ganz Bosnien ausmachte.

Zudem wurde der Nordosten durch die Flüsse Sava und Drina überflutet, die beide Hochwasser führten. [126]

Das Bergland im Norden wurde von über 3000 Erdrutsche betroffen. Überdies wurde ein halber Meter Neuschnee im Hochland gemessen, der durch ein prognostiziertes Hoch die Überschwemmungen in den Niederungen verstärkte. Sturzfluten waren hauptsächlich in den Gebieten im Nordosten Bosniens ein großes Problem, da sich das Mündungsgebiet der Flüsse Drina, Vrbas und Sana zur Save in dieser Zone befindet. Die Hochwasserführenden Nebenflüsse erfuhren einen Rückstau an der Mündungsstelle zur Save wodurch Sturzfluten ausgelöst wurden.

Zahlreiche Flüsse des Landes entspringen in höheren Lagen und speisen die Save. Wodurch der Abfluss der Flüsse Bosna und Vrbas, die im bergigen Gebieten angesiedelt sind, rasch auf ein gefährliches Niveau anstieg. Die Bosna erreichte ein Abflussvermögen von $4000 \text{ m}^3 / \text{s}$. Ein Wert der nur einmal in mehreren Jahrhunderten auftritt.

Der Zustrom aus Vrbas, Una und Drina verursachte den höchsten jemals gemessenen Hochwasserstand in der Save im Abschnitt zwischen Bosna und Drina. Der Durchfluss betrug $6500 \text{ m}^3 / \text{s}$, was den ursprünglichen Abflusswert um fast $2000 \text{ m}^3 / \text{s}$ überstieg. Insgesamt resultierten 7 größere Deichbrüche daraus, die zur Folge hatten, dass sich das Wasser stromabwärts in den ehemaligen Auen sammelte und so die Wucht des Hochwassers verringerte. [127 128 129 130 131]

¹²⁶ Österreichisches Rotes Kreuz, <https://www.rotekreuz.at/news/datum/2014/05/22/den-menschen-schnell-wieder-auf-die-beine-helfen/>, Version: 22.05.2014

¹²⁷ MB/JW, http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20140519_e.html, Version: 19. Mai 2014

¹²⁸ <https://de.euronews.com/2020/06/23/erinnerung-an-2014-hochwasser-in-serbien-und-bosnien-herzegowina>

¹²⁹ APA OTS, OTS0028, https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20140518_OTS0028/hochwasserkatastrophe-in-serbien-und-bosnien-caritas-hilft-mit-50000-euro, Version: 18. Mai 2014

¹³⁰ rtr, https://www.handelsblatt.com/arts_und_style/aus-aller-welt/ueberschwemmung-neue-flutwelle-rollt-auf-den-balkan-zu/9915958.html?ticket=ST-9754150-caJwDApqwvT1gmfoflex-ap2, Version: 19.05.2014

¹³¹ Save Commission, 01_SavaWhite Book Study.pdf (balkanrivers.net); Seite 79

Die Überschwemmungen betrafen einen Großteil der ebenen Lagen des Einzugsgebietes der Save, wo sich die Agrarwirtschaft und Produktion des Landes konzentriert.

Etwa 1 Millionen Menschen entlang der Flüsse Sava, Bosna und Drina waren betroffen. Viele ländliche Gebiete aber auch Städte standen unter Wasser, und mussten mehrere Tage ohne Strom und Kommunikationssystem auskommen.

[132 133 134 135 136]

4.1 Lage des Überschwemmungsgebietes

Am 17. und 18. Mai wurden in Nordbosnien Deiche auf einer Länge von 460 m entlang der Save völlig oder teilweise zerstört. In Folge dessen kam es zu großflächigen Überschwemmungen in Odžak Posavina, Srednja Posavina und in der Region Semberija.

Der Fluss Bosna mündet bei Samac in der Region Posavina in den Fluss Save. Da beide Flüsse Hochwasser führten, entwickelten sich aufgrund des Wasser-rückstaus Sturzfluten, die Deichbrüche bzw. Deichüberströmungen verursachten. Die Deiche entlang der Save wurden auf Grundlage einer 100-jährigen Wiederkehrwahrscheinlichkeit des Hochwassers (HQ100) bemessen.

Die Fluten im Jahr 2014, wurden als 1000-jähriges Ereignis eingestuft, sodass die Deiche widerstandslos von der Flut überrannt wurden. Das Wasser breitete sich bis zur Stadt Odzak fort. Damm-Überströmungen traten auf beiden Seiten des Ufers auf, vor allem im Bereich stromaufwärts, wo sich die Bosna plötzlich von 2,5 km auf 0,75 km verengt.

¹³² MB/JW, http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20140519_e.html, Version: 19. Mai 2014

¹³³ <https://de.euronews.com/2020/06/23/erinnerung-an-2014-hochwasser-in-serbien-und-bosnien-herzegowina>

¹³⁴ APA OTS, OTS0028,

https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20140518_OTS0028/hochwasserkatastrophe-in-serbien-und-bosnien-caritas-hilft-mit-50000-euro, Version: 18. Mai 2014

¹³⁵ rtr, https://www.handelsblatt.com/arts_und_style/aus-aller-welt/ueberschwemmung-neue-flutwelle-rollt-auf-den-balkan-zu/9915958.html?ticket=ST-9754150-caJwDApqqvT1gmfoflex-ap2, Version: 19.05.2014

¹³⁶ Save Commission, 01_SavaWhite Book Study.pdf (balkanrivers.net); Seite 79

Die Gemeinden Prud, Trnjak, Vojskova sowie Novi Grad und Donja Dubica wurden aufgrund der Auswirkung der Überschwemmung im Gebiet Odzak in der Posavina schwer getroffen.

Als die Deiche brachen wurde die Hafenstadt Šamac völlig überflutet.

Der Zustrom der sich daraufhin im Hinterland bildete, förderte den Pegelanstieg, der ohnehin schon Hochwasser führenden Bosna. Überflutungen der Städte Tišina, Grebnice, Domaljevac-Šamac und Orašje waren die Folge. Von Orašje aus breitete sich die Flut stromabwärts in Richtung Brcko aus. Die folgende *Abb. 44* zeigt die Position der Dammbürche und die Ausbreitung des Wassers. [137]

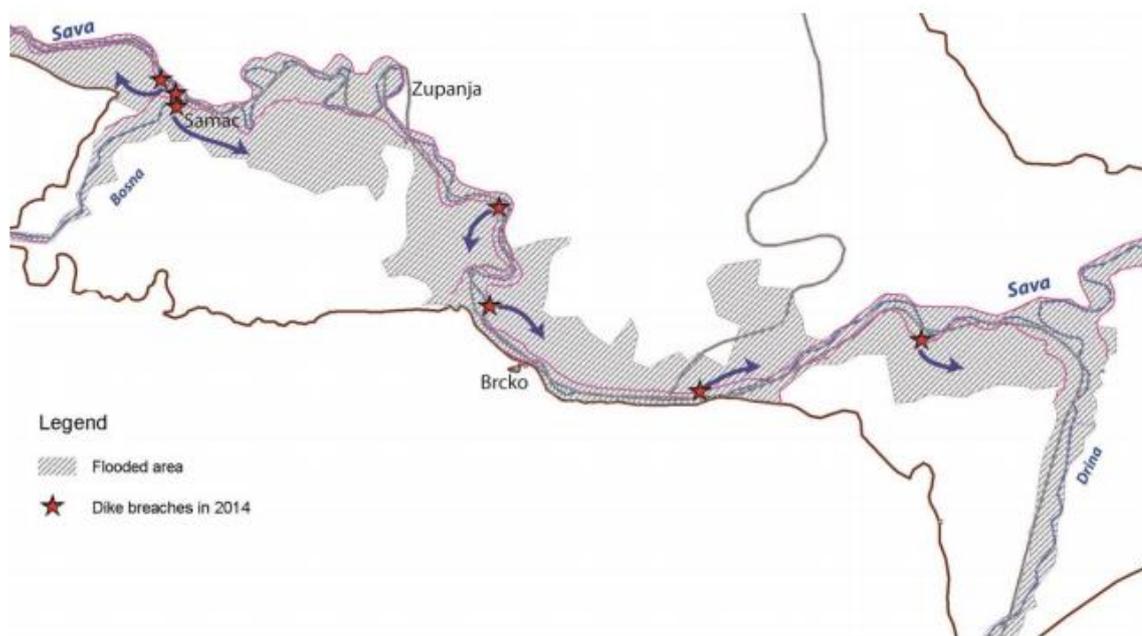


Abb. 44: Überschwemmten Flächen im Norden Bosnien und Herzegowina [Q44]

Als die Save wieder einen Normalpegel einnahm, wurden die Evakuierungsmaßnahmen eingeleitet. Die Rehabilitation der Deiche und die Sanierung der Bruchstellen wurden innerhalb von 40 Tagen abgeschlossen.

¹³⁷ ISRBC, ICPDR, IKSD, 2015, Floods in May 2014 in the Sava River Basin; Brief overview of key events and lessons learned, PDF S19-21

In Semberija brach der Deich, trotz Versuche die Dammkrone durch Sandsäcke zu erhöhen, gleich an zwei Abschnitten am rechten Ufer der Save. Dies führte dazu, dass innerhalb von 12 Stunden eine Gesamtfläche von 27.800 ha durch die hochwasserführenden Flüsse Sava und Drina unter Wasser gesetzt wurden. [138]

4.2 Auswirkungen der Katastrophe

Nach der Flutkatastrophe waren vor allem wirtschaftliche Sektoren wie die Landwirtschaft, Energieversorger aber auch die Infrastruktur von den Auswirkungen betroffen. Im Folgenden wird das Schadenspotential dieser Sektoren dokumentiert und die Ziele baulicher bzw. nicht baulicher Schutzmaßnahmen erläutert.

4.2.1 Landwirtschaft

In Bosnien und Herzegowina ist die Landwirtschaft nach wie vor einer der wichtigsten Sektoren. Ein großer Teil des Landes ist hügelig bzw. gebirgig (80%), wodurch nur 20% geeignet für die Landwirtschaft sind. [139]

Insgesamt waren 30 Gemeinden in der Republika Spska (RS) und 22 in der Föderation von Bosnien und Herzegowina (FBiH) betroffen. 70.000 ha von insgesamt 1.000.000 ha Ackerland wurden überflutet, was folglich große Auswirkungen auf die anstehenden Ernten hatte. Zudem sahen sich 25.000 Haushalte des Landes mit der Überschwemmung konfrontiert. Davon befanden sich 13.500 in der Republika Spska, die restlichen 11.500 wurden in der Föderation von Bosnien und Herzegowina und dem Bezirk Brčko registriert. [140]

¹³⁸ ISRBC, ICPDR, IKSD, 2015, Floods in May 2014 in the Sava River Basin; Brief overview of key events and lessons learned, PDF S19-21

¹³⁹ South-East Europe HNV farming network, <http://see.efnccp.org/countries/bosnia-and-herzegowina/general-info/>, Version: 2020

¹⁴⁰ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

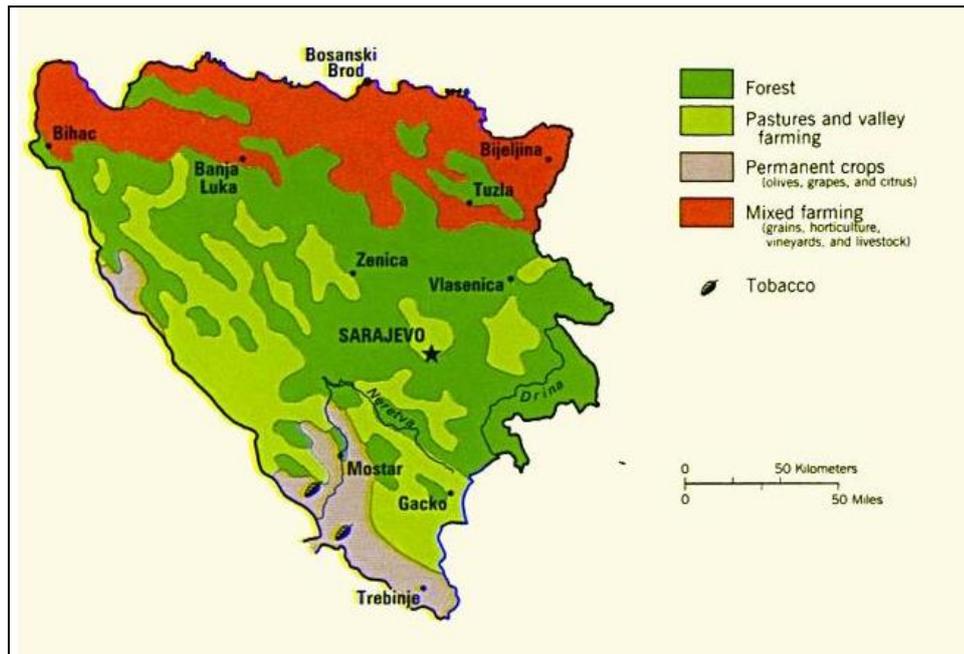


Abb. 45: Bewirtschaftetes Ackerland farblich unterteilt [Q45]

In Folge der Flutkatastrophe versuchten sich viele Landwirte in den Nachbargemeinden bzw. in den angrenzenden Ländern neu anzusiedeln um keinem erneuten Hochwasserrisiko ausgesetzt zu sein.

Die Ernten wurden durch die Flut vollständig vernichtet. Zusätzlich überlagerten Sedimente wie Kies den Acker bis zu einem halben Meter, wodurch er für erneuten Anbau unbrauchbar wurde.

4.2.2 Energiesektor

Nach der Katastrophe wurden Beschädigungen an den Einrichtungen der Energieversorger: Übertragungs- und Verteilungsnetzwerke, sowie Ölförderstätten und Kohleminen erfasst.

Die Schäden und Verluste auf staatlicher Ebene beliefen sich auf einen geschätzten Wert von insgesamt 101.333.127 €, davon entfielen knapp 64 % auf FBiH und 35 % auf RS. Die folgende Tab. 1 zeigt die Aufschlüsselung der geschätzten Schäden und Verluste in den jeweiligen Gebieten des Landes. [141]

¹⁴¹ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Tab. 1: Summen der Gesamtschäden und -verluste in den jeweiligen Energiesektoren

Tausender Schritte [€]	Schäden				Verluste				Total			
	FBIH	RS	BD	B.-H.	FBIH	RS	BD	B.-H.	FBIH	RS	BD	B.-H.
Vertreiber	6.831	15.553	66	22.451	6.304	18.371	491	25.166	13.135	33.924	557	47.617
Elektrizität	951	665	-	1.616	348	240	-	588	1.299	905	-	2.204
Kohle	24.291	-	-	24.291	25.227	1.023	-	26.250	49.518	1.023	-	50.541
Erdöl	828	-	-	828	143	-	-	143	971	-	-	971
Total	32.901	16.218	66	49.186	32.022	19.634	491	52.147	64.923	35.852	557	101.333

Für die Wiederaufbauphase verfolgte man den Plan, die Widerstandsfähigkeit der Energieversorger gegenüber Worst-Case-Szenarien zu stabilisieren. Die Entwicklung des Energiesektors in B.-H., geht einerseits mit dem Prozess des EU-Beitrittes einher und resultiert andererseits aus der rechtlichen Bindung Bosniens an den mit der EU beschlossenen Energiegemeinschafts Vertrag (Energy Community Treaty). [142]

In den 90er Jahren stockte die Wirtschaft des Landes, konnte jedoch 11 Jahre später, in den Jahren von 2000 bis 2011, einen Anstieg von 48 % verzeichnen. Bosnien und Herzegowina könnte laut Statistikern ein profitabler Stromexporteur für den europäischen Markt werden, jedoch werden laut dem einen Bericht der UNO von 2014 die Chancen durch politische Misswirtschaft limitiert. Die Stromerzeugung wird primär aus thermischen (60 %) und aus Wasserkraftanlagen (40 %) generiert. Die Betreibung der Wärmekraftwerke erfolgt mit landeseigener Braunkohle, welche hauptsächlich aus Tagebauminen abgetragen wird. [143]

- Übertragungssystem: TRANSCO mit Sitz in Banja Luka betreibt das Übertragungsnetz, welches aus 6.300 km Leitungen besteht, für das gesamte Land. Die Entitäten konnten sich darauf einigen, dass der generierte Profit mit 59 % an die Föderation abgetreten wird und der Rest an die RS über geht. [144]

¹⁴² European Union Law, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM%3A127074>, Version: 22.09.2014

¹⁴³ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

¹⁴⁴ Elvira M. Jukic, <https://balkaninsight.com/2014/04/01/bosnian-entities-divide-profit-of-power-transmission-company/>, Version: April 1, 2014

- Kohlekraftwerke: ‚Das Land besitzt vier große Kohlekraftwerke welche etwa 60 % des elektrischen Stromes aus landeseigener Braunkohle erzeugen. Die verwendete Braunkohle wird aus ober- und unterirdischen Tagebauten im ganzen Land abgebaut. [145]
- ‚Öl und Gas Sektor: In Bosnien und Herzegowina gibt es keine inländischen Gas- oder Ölförderungen. Das Land ist auf den Import von Erdgas mittels eines einzigen Entnahmeschnittpunktes entlang der Verbindungspipeline zu Serbien angewiesen.

Das Unternehmen BH-Gas betreibt hauptsächlich die Adria Pipeline dessen Teilabschnitt mit einer Länge von ungefähr 200 km durch bosnisches Territorium führt. [146]

Die Versorgungsunternehmen gingen in den Katastrophenmanagementmodus über als am 14. Mai 2014 heftige Regenschauer einsetzten und eine Verschlechterung der Wetterlage in Aussicht stand. Als erste Maßnahme wurden Übertragungsleitungen getrennt und Umspannwerke langsam heruntergefahren.

Infolge der Überschwemmungen wurden mehrere Versorgungseinrichtungen zerstört und 100.000 Haushalte vom Stromnetz getrennt. Nachdem der Starkregen nachließ wurde die Stromversorgung langsam wieder hochgefahren.

Einige Gebiete mussten ohne Strom auskommen, da die Betreibereinrichtungen schwer oder zur Gänze zerstört wurden oder der Wasserstand bzw. das Erdbebenrisiko ein zu hohes Sicherheitsrisiko für Bauarbeiten in diesem Gebiet bedeuteten.

¹⁴⁵ Agora Energiewende, <https://www.agora-energiewende.de/international/suedosteuropa/>

¹⁴⁶ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version:



Abb. 46: Schäden an Übertragungsleitungen und Versorgungsanlagen nach der Überschwemmung 2014 [Q46]

Die Versorgungsunternehmen führten vor Ort eine Inspektion zur Ermittlung des verursachten Zerstörungsgrades durch. Die Bewertung ergab, dass geschätzt 50 Mio. Euro in die Wiederaufbaumaßnahmen investiert werden müssen.

Die Hälfte der Summe würde in den Kohleabbau fließen, während der Rest für den Wiederaufbau der Übertragungsleitungen, Instandsetzung der Kleinkraftwerke und den Ölsektor aufgewendet werden müsse.

4.2.3 Kohleminen und Bergbau



Abb. 47: Tagebau Sikulje nach der Flut, [Q47]

Der finanzielle Ausfall von etwa 21 Mio Euro im Bergbau wurde einerseits durch die gänzliche Stilllegung der Betriebe während des Hochwasserereignisses und andererseits durch eingeschränkte Abbauarbeiten in den Folgemonaten verursacht.

Der in *Abb. 47* gezeigte Tagebau ‚Sikulje‘ wurde unkontrolliert von der Wucht der Flut getroffen und völlig überschwemmt. Die angeordneten Notfallmaßnahmen enthielten die sofortige großflächige Entwässerung des Tagebaus und die Beseitigung der Schlammablagerungen.

Der Tagebau hätte 50 % seiner ursprünglichen Leistung nach optimistischen Einschätzungen zu Folge bis Ende 2014 wieder aufnehmen sollen. Dieses Ziel konnte letzten Endes nicht erreicht werden. [147]

4.2.4 *Infrastruktur*

Im Norden des Landes wurden mehrere kleinere Bergstraßen durch Erdrutsche verschüttet. Darüber hinaus wurde der Personen- und Güterverkehr im gesamten Grenzraum zwischen Kroatien und Bosnien und Herzegowina durch die hochwasserführende Save beeinträchtigt.

Infolgedessen wurden provisorische Brücken errichtet und alternative Routen angelegt. Der Ausbau der Infrastruktur des Landes konnte vor der Flutkatastrophe trotz finanzieller Unterstützung nur bedingt Fortschritte erzielen. Nach der Katastrophe ergab sich die Möglichkeit die Infrastruktur des gesamten Landes nach einheitlichen Aktionsplänen zu modernisieren und auszubauen, um in weiterer Folge ein dichtes Verkehrsnetz und die Verbindung zu den Nachbarländern zu stärken, was jedoch nicht fruchtete.

In B.-H. wird der Güter- und Personenverkehr primär durch das Straßennetz abgeführt, da im Vergleich zu seinen Nachbarländern, Serbien und Kroatien, die Eisenbahninfrastruktur bescheiden ausgebildet ist.

¹⁴⁷ Malin Björk, Europaparlament, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-8-2014-005802_SL.html?redirect, Version: 16. Juli 2014



Abb. 48: Bahnnetz von Bosnien und Herzegowina [Q48]

In allen betroffenen Gebieten wurden Schäden an den Verkehrsinfrastruktureinrichtungen festgestellt, hauptsächlich verursacht durch Erdbeben, Schlammlawinen und Überschwemmungen. [148]

Durch die Starkregenfälle im Mai 2014 und der Dauerregenfälle in den Monaten zuvor wurden neue Rutschungen mobilisiert bzw. ältere reaktiviert. Rund 1.800 aktive Erdbeben wurden registriert, von denen etwa 750 in der Föderation B.-H., mehr als 1.000 in der Republika Srpska und etwa 43 im Bezirk Brčko stattfanden.

Kosovo war einer der größten Erdbeben und zerstörte die Straße M17, südlich von Doboje, auf einer Länge von ca. 250 m, wie in Abb. 49 (Seite 66) ersichtlich.

¹⁴⁸ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014



Abb. 49: Durch Erdbeben blockierte Straße M17 südlich von Doboj [Q49]

Durch den starken Dauerregen und den Regenperioden in den Vormonaten, wodurch der Boden gesättigt war, kam es zu hohen Porenwasserdrücken im Boden, was zu Rutschungen im Norden des Landes führte. Weiters wurde beobachtet, dass im Bereich der Massenbewegungen, das Gebiet, durch Abholzung und Kultivierung, in der Vergangenheit vorbelastet war, wodurch der Rutschungsprozess begünstigt wurde. Eine Umleitung wurde nach notdürftigen Erdarbeiten an einer höher gelegenen Position angelegt.

Eine Rückhalteverbauung stabilisiert den abgleitenden Erdkörper und ein gestufter Damm vermindert den Erddruck welcher auf den Fuß der Böschung wirkt, sodass die Standsicherheit des Dammes gewährleistet ist.

Die Erhöhung der Straße sollte nur als temporäre Lösung dienen, da das Risiko von erneuten Massenbewegungen in Zusammenhang mit Starkregenereignisses für wahrscheinlich galt.

Das Problem wurzelte vor allem darin, dass sich die Niederschläge direkt auf die großen Spannungsrisse auswirkten, die sich in der Gleitmasse entwickeln.

Aufgrund dessen wurden zusätzlich zu den Vermessungspunkte auch Neigungsmesser installiert, um etwaige Verschiebungen sofort erfassen zu können. Piezometer wurden als Kontrolle des hydrostatischen Druckes im betroffenen Gebiet montiert, um daraus resultierenden Bewegungen in der Erdmasse sofort entgegenwirken zu können. [149]



Abb. 50: Schwer beschädigte Landstraße nahe Tuzla [Q50]

Im Infrastruktursektor wurden knapp 92 Mio Euro angenommen, die für den Wiederaufbau herangezogen werden sollen.

Um eine genaue Bedarfsanalyse zu erstellen, wurden eine Auswertung der bodendynamischen Untersuchungen an Hängen und der Wiederkehrperioden von Hochwasserereignissen in den betroffenen Gebieten durchgeführt.

Im Anschluss daran wurde eine Risikokarte mit markierten Gefahrenzonen erstellt, um den Präventionsprozess zu sichern.

¹⁴⁹ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

SchlammLawinen und lokalisierte Hangversagen



Abb. 51: Blockierte bzw. zerstörte Straßen aufgrund von Rutschungen [Q51]

Die Auswirkungen einer SchlammLawine bzw. eines Hangversagens sind begrenzt, sodass verschütteten Straßen innerhalb weniger Stunden geräumt werden konnten.

Die instabilen Hänge wurden mittels Pfahl- oder Ankerkonstruktionen gesichert.

Erosion

Die Sturzfluten beeinflussten den Zugverkehr indem sie die aus Grobkies bestehende Schienenbettung unter den Leitschienen bis zum Planum wegschwemmen. Die Samac Eisenbahnlinie wurde wie auf Abb. 52 (Seite 69) ersichtlich, stark getroffen. [150]

¹⁵⁰ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014



Abb. 52: Freilegung der Leitschienen im Bahnhof Samac nach einer Sturzflut [Q52]

Obwohl die Flut aus etwa 3 km Entfernung kam, konnte sie aufgrund ihrer Geschwindigkeit in manchen Bereichen die gesamte Bettung erfassen und wegspülen. Viele Streckenabschnitte hingen danach lose über dem Boden. Der Betrieb der Samac Bahnhofes musste stark eingeschränkt werden. Es wurde erhoben, dass von etwa 55 Zügen pro Tag die den Samac Bahnhof passieren, das Kontingent auf 20 Züge pro Tag reduziert werden musste.

Des Weiteren waren die Straßenkanäle durch die plötzliche Sturzflut mit ihrer mitgeführten Fracht aus Sedimenten, Geäst und teilweise ganze Stämme völlig überlastet, was dazu führte, dass die Trümmer den Straßendamm blockierten und so das Wasser ungehemmt weiter steigen konnte.

Wasser und Sanitäre Einrichtungen

Durch die starken Regenfälle und Überschwemmungen wurde der Zugang zu sauberem Wasser vor allem im ländlichen Gebiet stark beeinträchtigt. [151]

¹⁵¹ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Grundbesitzer, die sich weit außerhalb des Stadtgebietes niedergelassen haben, sind meist aufgrund der Distanz nicht an das städtische Kanalsystem angeschlossen, was dazu führt, dass Sickergruben zur Abwasserbeseitigung herangezogen wurden.

Das Trinkwasser wird meist aus hauseigenen Brunnen gepumpt. Die starken Niederschläge wuschen die Fäkalien aus den Sickergruben und verteilten sie flächig, wodurch die Trinkbrunnen kontaminiert wurden. Die Entitäten und der Bezirk Brčko legten die gesammelten Informationen über die Schäden an der Infrastruktur dem Ministerium für Verkehr vor, damit eine Aufschlüsselung der Schadenssumme vollzogen werden konnte.

Zeitgleich erkannte man, dass die Bereiche Wassermanagement und Hochwasserschutz im Land massiv unterfinanziert sind, da die komplexen Regierungsstrukturen keine einheitliche Katastrophenkoordinierung zuließen. Der erforderliche Betrag um die Wasserversorgungs- und Sanitärinfrastruktur wieder auf einen gewissen Standard und Qualität aufzubauen lag bei etwa 10 Mio. Euro.

Legislative and Institutionelle Richtlinie der Wasserwirtschaft in B.-H.

Das landesweite Wassermanagement unterliegt keiner staatlichen Institution. Daher ist es für einige Gebiete schwierig, deren Einzugsgebiete mehrere Territorien überlappt, in wasserwirtschaftlichen Fragen einen Konsens zu finden, wenn die Wassergesetze in den beiden Entitäten variieren.

Die Wasserversorgung wird sowohl in der Föderation als auch in der Republika Srpska von den 142 Gemeinden des Landes übernommen. Ausnahmen bilden die Städte Sarajevo, Mostar und Banja Luka, welche eigene Wasserversorgungsunternehmen führen. [152]

Jene Verbraucher die außerhalb der Verwaltungszonen leben und daher keinen Anschluss an das Versorgungssystem haben, beziehen ihr Wasser aus Brunnen. In der Republika Srpska sind das immerhin 43 %.

¹⁵² EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Die Qualität des Leitungswassers erfüllt aufgrund mangelnder Wartungsarbeiten nicht den Hygienestandards der EU, zusätzlich kommt es immer wieder zu Leitungsbrüchen die zu Ausfällen in der Versorgung führen.

Diese Situation ist vor allem in den Regionen Una-Sana, Zenica-Doboj, Posavina und Tuzla zu beobachten.

FÖDERATION VON BOSNIEN UND HERZEGOWINA

Laut der Verfassung B.-H. liegt die Verantwortung der Wasserwirtschaft in der Föderation bei den Entitäten. Gewisse Zuständigkeiten werden wiederum nur von den Kantonen getragen.

Im Jahre 2006 wurden auf Basis der Wasserrahmenrichtlinie der EU neue Wassergesetze verabschiedet, die einerseits den Wasserschutz, andererseits das Wassermanagement berücksichtigen. Die Zuständigkeit zur Umsetzung der neuen Wassergesetz, wurde auf die Landesministerien, die Forstwirtschaft und die Kommunalbehörden übertragen.

REPUBLIKA SRPSKA

In der Republika wird das Wassermanagement im Vergleich zur Föderation von öffentlichen Einrichtungen übernommen und unter den gesetzlichen Vorgaben verwaltet. Die öffentlichen Einrichtungen werden wiederum von den Ministerien für Raumplanung und Umwelt überwacht. In der Republika gibt es insgesamt 51 Wasserversorger, deren Tarife abhängig von der finanziellen Situation der Gemeinden variieren.

Hochwasserschutzanlagen

Im Durchschnitt verzeichnet das Land etwa 1250 mm Niederschlag im Jahr. Der Abfluss beträgt dabei 1155 m³/s was mehr als die Hälfte (57 %) des Gesamtniederschlages ausmacht. [153]

¹⁵³ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

Anfang der 50er Jahre wurde ein Wassermanagement in B.-H. etabliert und die ersten Hochwasserschutzanlagen an den Flüssen Save und Neretva gebaut. Die Schutzsysteme sollten vor allem den ansteigenden Grundwasserpegel entgegenwirken.

Daher wurde auf einer Länge von 170 km Deiche errichtet und Pumpstationen mit einer Kapazität von 120m³/s installiert. Zur selben Zeit wurden 28 Stauseen gebaut, die zur Stromerzeugung, Wasserversorgung und als Hochwasserschutz fungierten.

Nach dem Krieg wurden die schwer geschädigten Schutzbauten nur provisorisch saniert und in den folgenden Jahren nur spärlich gewartet.

Daher bestand schon vor der Überschwemmung 2014 ein hohes Risiko für die Städte entlang der Sava. Das Pumpenkraftwerk Busko Blato in *Abb. 53* wurde Anfang der 70 Jahre erbaut und wurde neu saniert. [154]



Abb. 53: Sanierung des Pumpspeicherkraftwerks Buško blato welches Anfang der 70er Jahre erbaut wurde. [Q53}

¹⁵⁴ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegovina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, Version: 2014

5. Katastrophenmanagement 2014

5.1 Koordinierung der Katastrophenlage

Im Fokus des bosnischen Krisenmanagements stand laut eines UN Berichtes eine unzureichende Krisenreaktionskette. Angefangen von nicht funktionierenden Frühwarnsystemen, als Resultat einer mangelhaften Kommunikation zwischen den beiden Teilrepubliken über unzureichend ausgebauter Hochwasserschutzsysteme, bis hin zu einem schlecht koordinierten Zivil- und Katastrophenschutz

Anfang Mai wurden die zuständigen Einrichtungen für präventiven und aktiven Hochwasserschutz in Bosnien und Herzegowina, aufgrund der intensiven Niederschläge und deutlich anschwellenden Flüssen, aktiviert. Als die Wasserstände immer schneller stiegen, ordnete man, vor allem in Bereichen mit schon existierenden Hochwasserschutz, Notfallmaßnahmen wie beispielsweise den Einsatz von Sandsäcken, an. Die Föderation reagierte auf die Lage mit einer Notstandserklärung am 15. Mai. Zwei Tage später folgte die Republika Srpska mit dem Ausruf des Notstandes. Für die Umsetzung des aktiven Hochwasserschutzes leiteten die verantwortlichen Organisationen Maßnahmen, laut den gesetzlichen Bestimmungen des Staates, ein und führten die ersten operativen Schritte, mit Hilfe des Katastrophenschutzes, der Streitkräfte, Polizei, Bürger und Freiwilligen, durch. [155 156]

In Bosnien und Herzegowina waren folgenden nationale Institutionen involviert:

- Sarajevo, Bundes-HM-Dienst (Hydrometeorologisch)
- Agency for Sava River Basin District
- Bundes-Zivilschutz der Republika Srpska
- Republic Administration of Civil Protection
- Republic Hydrometeorological (RHM) Service

¹⁵⁵ EU, UNO, World Bank, Bosnia and Herzegowina Flood, 2014, Recovery Needs Assessment, 2014

¹⁵⁶ ICPDR, _ ICPDR_Floods_KERN_.indd, Floods in May 2014 in the Sava River Basin, Version: 2014

Zudem boten mehrere Schutz- und Rettungsteams der Europäischen Union ihre Hilfe an. Hilfsgüter in Form von Hubschraubern, Hochleistungspumpenmodule, Wasseraufbereitungsanlagen, Decken und Zelte, wurden bereitgestellt.

Die Europäische Kommission übernahm die Kosten für den Transport der Hilfsgüter. Weiters wurde die Bedarfsabwicklung in Zusammenarbeit der zuständigen Behörden in B.-H. und des Emergency Response Coordination Center (ERCC) vor Ort koordiniert.

5.2 Phasen des Katastrophenzyklus

Das Ausmaß der Katastrophe zeigte, wie anfällig Bosnien war bzw. ist und betonte die Notwendigkeit, die Hochwasserschutzsysteme wie auch die Hochwassermanagementstrukturen, Prognosen und Präventionsmaßnahmen, insbesondere in Bezug auf den Klimawandel, zu stärken.

Mit Hilfe des Katastrophenzyklus auf Seite 75, werden die vier Phasen des Katastrophenmanagements dargestellt:

- Phase 1: Bewältigung
- Phase 2: Wiederaufbau und Nachsorge
- Phase 3: Prävention
- Phase 4: Vorbereitung

Anschließend, ab Seite 76 wird versucht den Ablauf des Katastrophenmanagement 2014 in Bosnien einzuarbeiten und mögliche Schwachstellen zu eruieren. [157]

¹⁵⁷ ICPDR, _ ICPDR_Floods_KERN_.indd, Floods in May 2014 in the Sava River Basin, Version: 2014

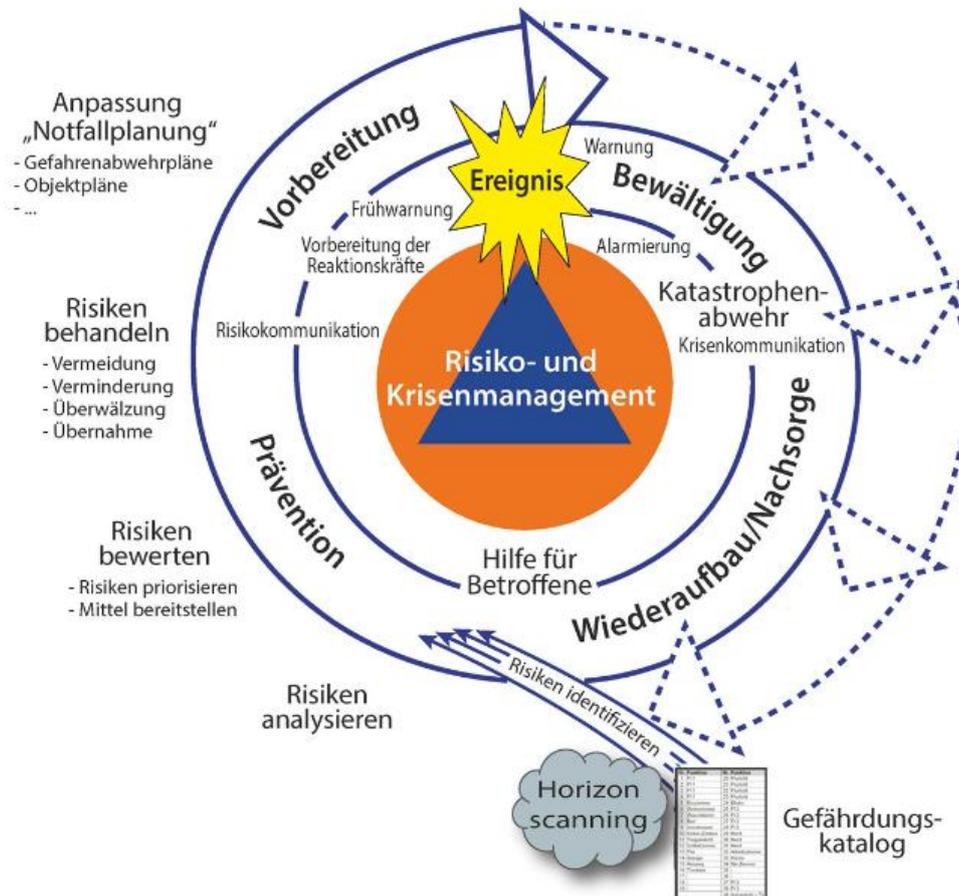


Abb. 54: Katastrophenzyklus des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenmanagement [Q54]

Das Ziel eines Katastrophenmanagementprozess im Bevölkerungsschutz ist es, kontinuierlich von einer auf die nächste Phase überzugehen, wodurch für die involvierten Verwaltungsebenen ein wesentlicher Mehrwert entsteht. Je effektiver das Katastrophenmanagement gestaltet ist, desto höher sind die Chancen, dass der Verlauf des Ereignisses abgemildert. Durch einen ganzheitlichen Krisenmanagementansatz ist es möglich Reaktionskräfte zu entlasten. [158]

¹⁵⁸ BBK, https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/Risikomanagement_node.html

5.2.1 Phase 1 – Bewältigung

„Unter Katastrophenbewältigung versteht man alle Maßnahmen der Behörden, Einsatzorganisationen oder berufener Einrichtungen, die durch die Katastrophe herbeigeführten Gefahren und Schäden abzuwehren bzw. zu bekämpfen. Ziel ist es, die öffentliche Ordnung, Sicherheit sowie Grundversorgung sicherzustellen.“ [159]

Die Union Civil Protection Mechanism (UCPM) fällt in die Zuständigkeit der Europäischen Kommission für Katastrophenschutz und humanitäre Hilfe (ECHO). Im Zentrum steht das Emergency Response Coordination Center (ERCC). Der ERCC ist rund um die Uhr einsatzbereit.

Zu ihren operativen Aufgaben gehören:

- Die Funktion als Kommission und EU-Krisenüberwachung
- Kommunikationszentrum zwischen Teilnehmerstaaten (dem betroffenen Staat und den eingesetzten Feldexperten)

Das UCPM wird aktiviert, wenn ein betroffenes Land um Unterstützung bittet. Dabei wird die Anfrage sowohl aus einem EU-Mitgliedsstaat als auch einem Nichtmitgliedsstaat entgegengenommen. [160]

Nichtsdestotrotz behalten die 27 Teilnehmerstaaten die Hauptverantwortung für den Katastrophenschutz und bestimmen das Maß an Unterstützung durch die Kommission. Sie kontrollieren auch die Teams und Module, die in das betroffene Land entsendet werden.

Der formelle Start einer koordinierten Katastrophenhilfe in der EU beginnt nach Eingang eines Antrages um Unterstützung. Die Kommission hat den Antrag nach der Flutkatastrophe in Bosnien rechtzeitig gestellt und damit ihre Verpflichtung erfüllt, die Mitgliedsstaaten unverzüglich zu benachrichtigen.

¹⁵⁹ BMI, Katastrophenmanagement (bmi.gv.at)

¹⁶⁰ ECHO, <https://reliefweb.int/map/bosnia-and-herzegovina/20-may-2014-bosnia-and-herzegovinaserbia-flood-situation-int-assistance>, Version: 20.05.2014

In manchen Fällen jedoch gibt es erste Anzeichen, dass eine Katastrophe unmittelbar bevorsteht ehe überhaupt eine Anfrage eingereicht wurde. Die Kommission kann, ist aber nicht dazu verpflichtet, eine Katastrophe in CECIS (Informationsplattform) sofort als Notfall zu aktivieren bzw. sie in einen Voralarmmodus zu setzen. Dadurch ist es den Mitgliedsstaaten möglich ihre finanziellen Mittel vor einer möglichen Aktivierung zu mobilisieren.

In Bosnien und Herzegowina war das Ausmaß der Katastrophe bereits eindeutig, als vor Ort der Katastrophenzustand ausgerufen wurde. Nur einen Tag später wurde der Voralarmmodus aktiviert, nur 4 Stunden vor der offiziellen Aktivierung.

Nachdem die Hilfe der Mitgliedsstaaten von Bosnien und Herzegowina akzeptiert wurde, stellte die Kommission ein Koordinierungs- und Bewertungsteam für den Katastrophenschutz (EUCP-Team, EU Civil Protection Teams) im betroffenen Land bereit. Das Ziel dieses Einsatzes war die Koordinierung der unterschiedlichen Teams der Teilnehmerstaaten und Module um technische Beratung zu bieten und die Zusammenarbeit mit Bosnien zu erleichtern. [161]

Alarmierung – Formierung - Rettung

Die nationalen Behörden in Bosnien und Herzegowina forderten die Einheiten der EUFOR Althea, um Unterstützung während der Notfallphase an. Infolgedessen führte das österreichische Militär in Bosnien, mittels Hubschraubereinsätze, Krankentransporte und Rettungsaktionen, durch. Innerhalb der ersten Tage der Katastrophenhilfe konnten in mehr als 300 Flügen weit über 900 Menschen gerettet und über zehn Tonnen Lebensmittel und wichtige Güter für die Bevölkerung transportiert werden. Zusätzlich sandte man lokale Ärzte in das Krisengebiet und organisierte die Verteilung von Nahrungsmittel, Trinkwasser, Medikamenten usw.

Die 3 entsandten österreichischen Offiziere koordinierten die nationalen und internationalen Einsatzorganisationen.

¹⁶¹ European Union, http://www.resilience-solutions.com/wp-content/uploads/2017/01/SR_DISASTER_RESPONSE_EN.pdf, S 15-17, Version: 2016

Sie fungierten als Schnittstelle zu den nationalen und internationalen Koordinierungsstellen und hielten den Kontakt zu den lokalen Behörden aufrecht. Weiters übernahmen sie die Verantwortung des Ressourcen- und Bedarfsmanagements vor Ort. Das Team des EU-Sonderbeauftragten koordinierte vor Ort das EUCP Team (EU Civil Protection) bzw. die EUFOR Einheiten.

Weitere Koordinierungsaufgaben beinhalteten die Aktivitäten der zahlreichen EU-Akteure und die Abwicklung der Missionen der Mitgliedsstaaten. In diesem Zusammenhang erhielt das EUCP Team Unterstützung von der EUFOR.

Es wurden Helikopter bereitgestellt, um Luftaufnahmen des Katastrophengebietes, welche die Städte Doboj, Maglai, Tuzla, Šamac, Orašje und Brčko einschloss, zu erstellen, zu bewerten und zu sichern.

Entsendung der österreichischen IR-Kompanie und AFDRU

Ende Mai wurde die Intermediate Reserve - Kompanie (IR) der EUFOR nach Bosnien entsandt. Die IR Kompanie ist eine militärische Reserve für österreichische Einsätze am Balkan, welche in kürzester Zeit mobilisiert werden kann. Ihre primäre Funktion beinhaltet die Unterstützung der österreichischen Truppen am Balkan im Falle zunehmender Spannungen. Nun wurden sie als zusätzliche Kräfte der EUFOR für Hilfsmaßnahmen im Katastrophengebiet eingesetzt.

Am 23. Mai wurde das Erkundungskommando, bestehend aus 7 Soldaten des österreichischen Militärs, nach Bosnien und Herzegowina entsandt. Der Auftrag implizierte: [162 163]

- Verbindungsaufnahme vor Ort mit den AUTCON/EUFOR Einheiten
- Erkundung der Katastrophengebiete Doboj, Maglai, Tulza, Šamac, Orašje und Brčko,
- Festlegung des Extended Range (ER) für die AUTHUM/AFDRU Teams
- Detailerkundungen
- Absprachen mit Behörden, dem OSOCC und EUCP.

¹⁶² Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁶³ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17

Zeitgleich fand die Formierung der Soforthilfe durch das ABC Abwehrkommando statt. Für die Hochwasserkatastrophe in Bosnien wurden 170 Tonnen Material verschickt und 31 Fahrzeuge sowie der Einsatz von 79 Soldaten gefordert. [164 165]



Abb. 55: Versendung von Material und Bereitstellung von 30 Fahrzeugen [Q55]

Notmaßnahmen und Notbetrieb

Während der andauernden Starkregenfälle war der Kanton Posavina, in deren Gebiet sich der Mündungsbereich der Bosna zur Sava befindet, einer Reihe an Sturzfluten ausgesetzt.

Viele Gemeinden im Kanton Posavina wurden durch internationale Organisationen unterstützt. In Odžak war, nach Ausfall der lokalen Pumpenanlage, die Lage äußerst kritisch, sodass am 26. Mai 2014 das dänische Team, mit Sitz in Modriča, nach Odžak geschickt wurde, um die notwendigen Abpumparbeiten vorzunehmen und die lokale Anlage wieder instand zu setzen.

Zudem bewerteten deutsche und dänische Teams das Gebiet um Odžak, anhand von Überschwemmungskarten des EU-Kartendienstes, Copernicus, um die Tiefe des Schlammes und den Zustand bzw. die Stabilität des Bodens unter den Schlammmassen zu bestimmen.

¹⁶⁴ Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁶⁵ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17

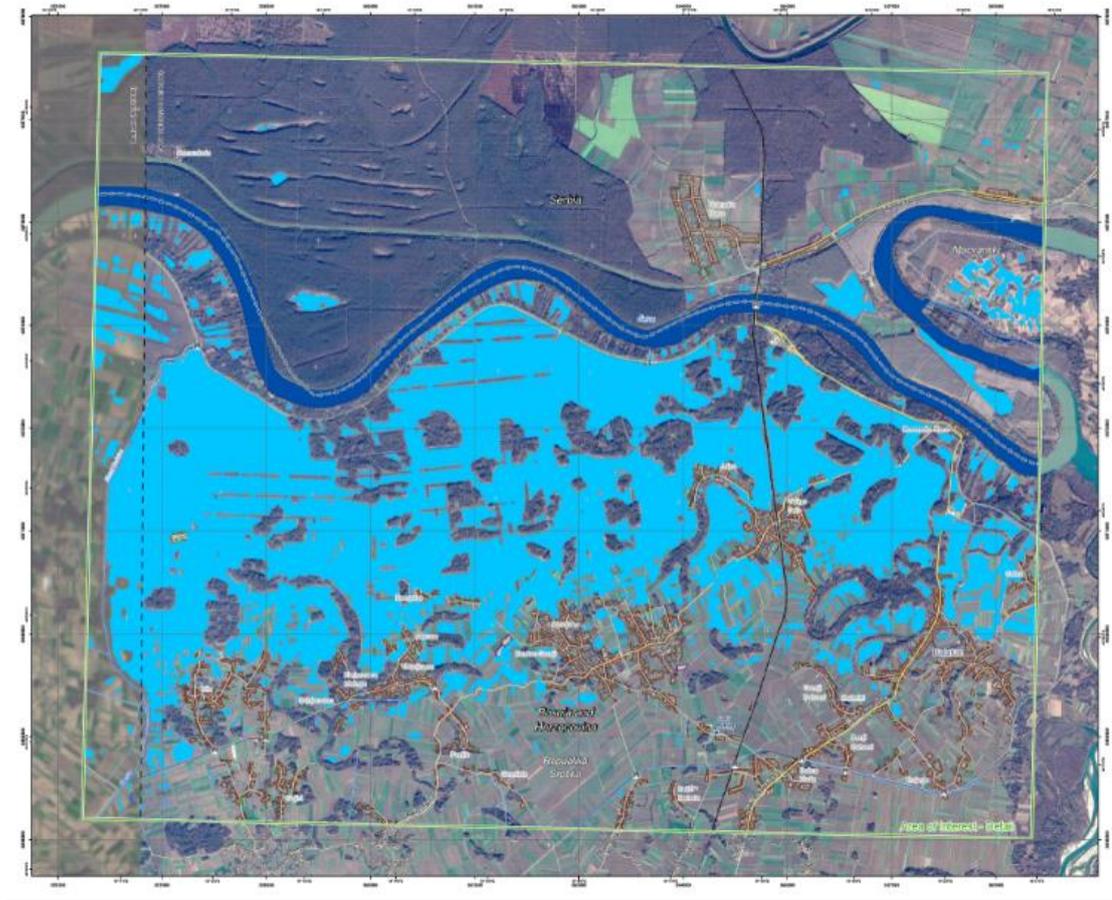


Abb. 56: Beispiel einer von Copernicus erstellten Überschwemmungskarte von Balaton, Nord Bosnien, wie sie für die Abpumparbeiten verwendet wurden, darunter ist die Legende der Karte [Q56]

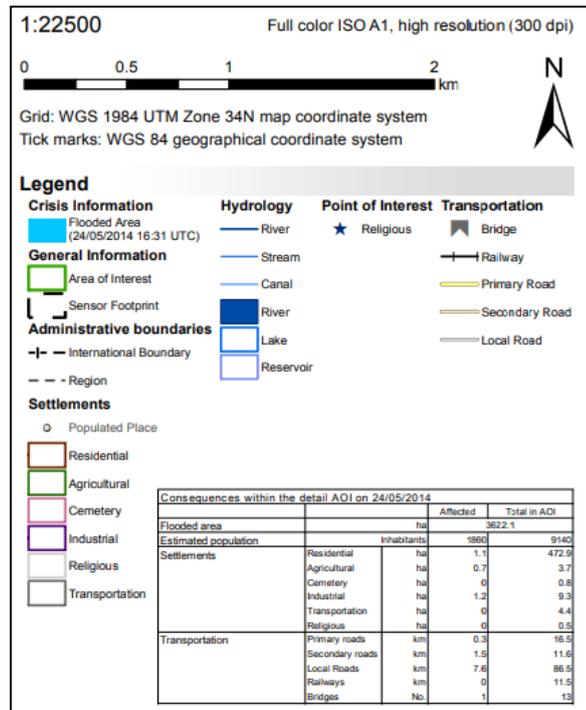


Abb. 57: Legende der Überschwemmungskarte Balaton, Nord Bosnien [Q57]

Auf Grundlage der vorliegenden Informationen wurde beschlossen, anstatt des Abpumpens, das anstehende Wasser durch tiefliegende Gräben in den Grund sickern zu lassen und so den Wasserpegel auf natürliche Weise zu senken. [166]

Da die Pegelstände der Flüsse Save und Bosna nur langsam zurückgingen, stand bei Ankunft des österreichischen Kontingents das Katastrophengebiet Orasje noch zu großen Teilen unter Wasser.

Dennoch errichtete das österreichische Militär ein Camp bestehend aus:

- Gefechtsstand & Unterkunft Zelte
- Küche & Speise Zelte
- Generatoren zur Stromversorgung



Abb. 58: Gefächtsstation im Basiscamp in Orašje [Q58]

In Orašje nahm das High Capacity Pumping (HCP) Team des deutschen Technischen Hilfswerkes seine Arbeiten auf. Vier Pump Module waren in Einsatz, um mehr als 5 Mio. Liter Wasser aus den Krisengebieten abzupumpen. [167]

¹⁶⁶ European Union, https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_33/SR_DISASTER_RESPONSE_DE.pdf, S 27, Version: 2016

Weiter südlich, in der Stadt Brčko, waren die Trinkwasserexperten der SEEWA (Schnell-Einsatz-Einheit Wasser Ausland) damit beschäftigt, Trinkwasser aufzubereiten und an die Bevölkerung abzugeben.



Abb. 59: Das Technische Hilfswerk beim Aufbau der Hochleistungspumpenanlage [Q59]

In Folge der Überschwemmung waren viele Trinkbrunnen verschlammmt bzw. unzählige Senkgruben übergelaufen und verseuchten durch Fäkalbakterien das Trinkwasser.

Sofort nachdem die Kampfmittelbeseitiger die ersten Flächen freigegeben hatten, wurde mit dem Aufbau der Trinkwasseraufbereitung begonnen.

Das Areal für die Wasseraufbereitung in Orašje entstand etwa 1200 m (Luftlinie) entfernt vom Basiscamp des österreichischen Heeres, wie in Abb. 60 (Seite 83) ersichtlich. [168 169]

¹⁶⁷ THW,

https://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Einsaetze/international/2014/05/meldung_005_balkan_trinkwasser_laeuft.html;jsessionid=0C785CAC478DB4BC6524583ECE4FF0A3.2_cid379?nn=924202,Version:26.05.2014

¹⁶⁸ Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁶⁹ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17



Abb. 60: Lageplan von Camp und Wasseraufbereitungsanlage [Q60]

Primär dienten die Hilfsmaßnahmen der Versorgung der bosnischen Bevölkerung mit Trinkwasser, um so die Ausbreitung von Seuchen und endemischen Krankheiten zu hemmen.

Das eingesetzte AFDRU Kontingent (Austrian Forces Disaster Relief Unit) für B.-H., war für die Koordinierung der betroffenen Gemeinden (rosa), der Einheiten der Althea Operation (gelb), der EUCP Teams (grün), Internationale Organisationen (grau) und bosnischer Strukturen (blau) verantwortlich, wie in *Abb. 61 (Seite 84)*. [170 171]

¹⁷⁰ Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁷¹ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17

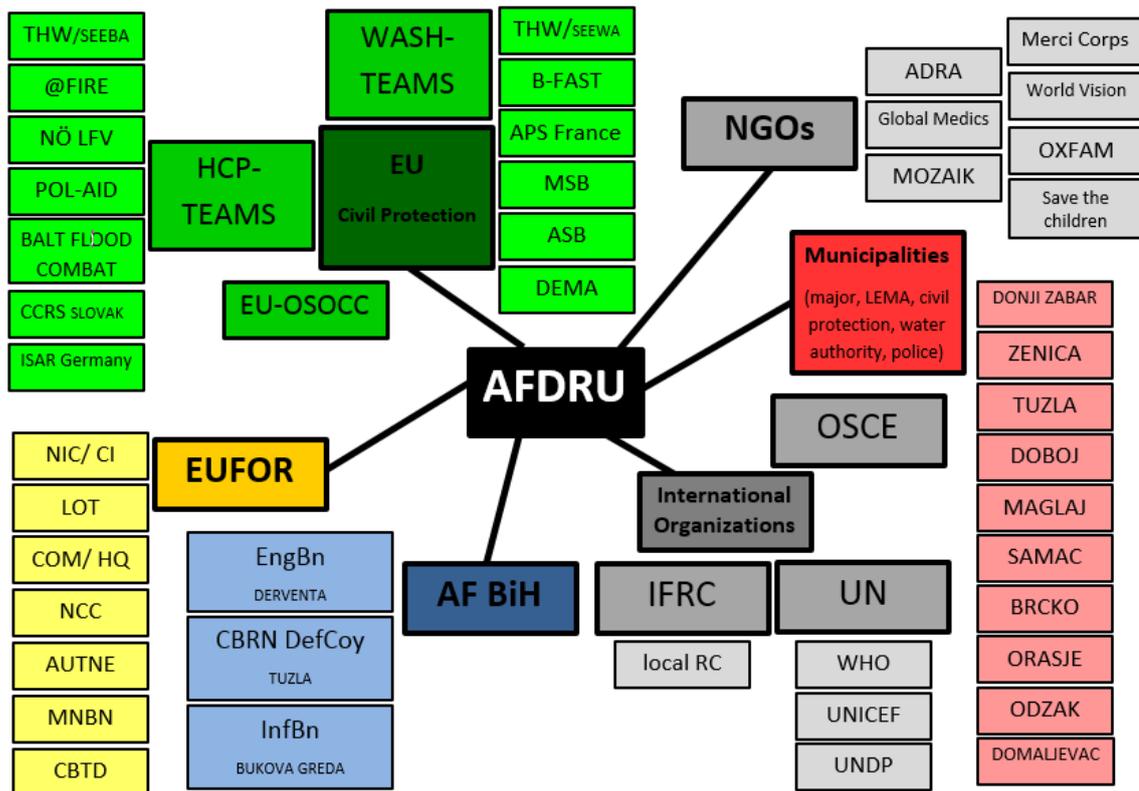


Abb. 61: AFDRU BiH Mission Coordination Network [Q61]

Das Kontingent stellte drei Wasseraufbereitungsgruppen mit folgendem Umfang:

- Chemische und physikalische Trinkwasseraufbereitungsanlage (TWA)
- Führungs- und Versorgungselement
- Sanitärergruppe
- Expertenstab
- Dekontaminationsgruppe
- Pioniere
- Kampfmittelexperten

Die Trinkwasserproduktion konnte am 30. Mai 2014 aufgenommen werden. Die Verteilung des Wassers in der Region fand mit Tank LKW's und Falltanks statt.

Die Wasseraufbereitungsgruppe konnte täglich insgesamt 240.000 Liter Trinkwasser produzieren und verteilen. [172 173]

¹⁷² Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁷³ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17

Die Wasserqualität wurde dabei laufend kontrolliert. Während der Wasseraufbereitung wurden stets Wasserproben analysiert um die Qualität nach Standard des Österreichischen Lebensmittelgesetzes zu sichern. In *Abb. 62* ist ein Feldlabor abgebildet, welche in B.-H. eingesetzt wurde. [174 175]



Abb. 62: Feldlabor der Wasseraufbereitungsgruppe [Q62]

Im Kanton Posavina wurde auf Ersuchen der lokalen Behörden eine Analyse der Trinkwasserversorgung durchgeführt, wodurch der hohe Standard des AFDRU Labors und ihrer Analysefähigkeiten hinsichtlich der Wasseraufbereitung bekräftigt wurden.

Proben wurden vorwiegend aus der öffentlichen Trinkwasserversorgung, den öffentlich zugänglichen Brunnen bzw. repräsentativen Hausbrunnen genommen und analysiert.

¹⁷⁴ Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁷⁵ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17



Abb. 63: Wasseraufbereitungszug [Q63]

Durch die Erstellung des Aufbereitungszuges, wie auf *Abb. 63* ersichtlich, konnte infolgedessen, auf die Wassertransporttruppe verzichtet werden und mit 5 Personen die Wasseraufbereitungsstation geführt werden.

Davon waren 3 der insgesamt 5 Personen für das Instandhalten und Betreiben der Maschinen zuständig während die restlichen Personen administrative Aufgaben übernahmen.

Die Wasserentnahmestellen an der Sava konnten nur über enge Gassen zugänglich gemacht werden, und auch nur, wenn diese zuvor auf Minen geprüft wurden.

Die Rohwasserqualität an der Sava wurde als sehr schlecht eingestuft, dadurch wurde mehr Zeit beansprucht, um das geforderte Qualitätskriterium zu erreichen und auch einzuhalten. Die Wasserzuführung in die Aufbereitungssilos überwand eine Strecke von mehr als 600 Meter , sodass die Flexibilität, in Bezug auf die bauliche Ausführung der Wasseraufbereitungsanlage, nicht eingeschränkt wurde.

Das Areal des Aufbereitungszuges und dessen Dimensionen sind auf *Abb. 64* (Seite 85) dargestellt. [176 177]

¹⁷⁶ Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

¹⁷⁷ Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191>, S 15-17



Abb. 64: Areal der gesamten Wasseraufbereitungsanlage [Q64]

Physikalisches Prinzip



Abb. 65: WTC 4000 (Umkehrosmose) [Q65]

Während der physikalischen Aufbereitung wird das entnommene Rohwasser mittels einfacher Sedimentation vorgefiltert, um grobe Schwebstoffe zu entfernen. Mit Hilfe der Umkehrosmose erfolgt die Entsalzung des Rohwassers und so die Entfernung der ionogenen Inhaltsstoffe. Durch Druck von 80 bar entgegen einer synthetischen Membran, welcher größer als der osmotische Druck der wässrigen Lösung ist, stellt sich eine zweite wässrige, fast salzfreie Phase ein. Diese zweite Phase wird in einem drucklosen Behälter gesammelt.

Nach dem Vorgang müssen dem gefilterten Wasser wieder Minerale zugeführt werden, um qualitativ hochwertiges Trinkwasser abgeben zu können. Der große Vorteil dieses Verfahrens ist, dass nicht nur Salze, sondern auch Keime oder organische Moleküle durch die Membran gefiltert werden. Der Nachteil ist, dass es zu eventuellen Ablagerungen, aufgrund von Aufkonzentrierungen an der Membran kommen kann. Daher ist eine gründliche Vorbehandlung der Flüssigkeit unersetzlich. [178]

Chemisches Prinzip



Abb. 66: Chemische Wasseraufbereitung mit TWA 6 [Q66]

¹⁷⁸ Mehrere Autoren, <https://www.process.vogel.de/wasseraufbereitung-durch-umkehrosmose-und-nachgeschaltete-elektrochemische-entsalzung-a-64972/>, Version: 05-06-2020

Die chemische Aufbereitung von Wasser erfolgt durch die Einbindung von Chlor, Eisen-III-Chlorid und Aktivkohle im Bearbeitungsprozess. Das Chlor tötet nicht nur Keime, sondern auch Viren ab und ist somit effektiver als der Einsatz von Filter. Das Chlor wird mittels Elektrolyse aus Natriumchlorid (Kochsalz) hergestellt.

Bis zu 12 Soldaten der **Schweren Dekontaminationsgruppe (sDekoGrp)** wurden entsandt, um nach dem Unglück in Bosnien, die Verunreinigung des Wassers aufgrund von Müll, Kadaver und Exkrementen, zu beseitigen.

Das Kanalnetz in Bosnien ist in den Ballungsräumen sehr gut ausgebaut. Da jedoch einige Grundstücke weit außerhalb der Städte liegen und eine Anbindung an das städtische Kanalsystem mit Hohe Kosten verbunden ist, entschlossen sich viele Eigentümer für Senkgruben zur Beseitigung des Fäkalwassers. Infolge der Katastrophe wurden diese Senkgruben ausgewaschen und deren Inhalt über weite Teile des Landes verteilt.

Die Soldaten mussten unter schwierigen Bedingungen, mit Atem und Körperschutz, 10 bis 12 Stunden pro Tag arbeiten und konnten am Ende eine Fläche von 9200 m² dekontaminieren. Weiters mussten tausende Tierkadaver von den Rettungskräften beseitigt werden. Einige davon wurden ins angrenzende Nachbarland, Serbien, gebracht um dort entsorgt zu werden, da die örtlichen Depo-nien völlig überlastet waren.

Die eingesetzten **Pioniere** führten eine Schadensaufstellung der Infrastruktur des betroffenen Gebietes durch bzw. dokumentierten im Einzelnen den Grad der zerstörten Gebäude und Objekten, wie zum Beispiel Brücken. Vor Ort wurden bis zu 50 Behelfsbrücken gebaut, um der Bevölkerung eine intakte Infrastruktur gewähren zu können. [179 180 181]

179 Mehrere Autoren, <https://doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/k>, Version: 2014

180 Bundesministerium, Landesverteidigung, <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=7191,S15-17>

181 rtr, [https://www.handelsblatt.com/arts_und_style/aus-aller-welt/ueberschwemmung-neue-flutwelle-
rollt-auf-den-balkan-zu/9915958.html?ticket=ST-10614576-7pScwcjkl9hZQukBgUkm-ap2](https://www.handelsblatt.com/arts_und_style/aus-aller-welt/ueberschwemmung-neue-flutwelle-rollt-auf-den-balkan-zu/9915958.html?ticket=ST-10614576-7pScwcjkl9hZQukBgUkm-ap2), Version:
19.05.2014



Abb. 67: Bau einer Behelfsbrücke [Q67]

Die finanziellen Mittel und die Genehmigung der Bauaufträge über die lokalen Stellen, wurde durch die AFDRU geschaffen. Gleichzeitig wurden die Ingenieure und Armed Forces of Bosnia and Herzegovina (AFBiH) vor Ort von den Pionieren ausgebildet, als präventive Maßnahme für zukünftige Katastropheneignisse.

Übergabe an lokale Stellen

Anschließend wurde das Projekt an die EUFOR zur Weiterführung als Mobile Training Team (MTT) übergeben.

Schon vor Beendigung der Mission arbeitete das EUCP-Team mit den lokalen Arbeitsgruppen, der lokalen Regierung, Wasserversorger, internationalen Teams und NGO's zusammen. Das Ziel dieser engen Zusammenarbeit war es alle Akteure auf denselben Informationsstand bezüglich der Trinkwasseraufbereitung zu bringen und die Organisationsstruktur bzw. die Aufgabenbereiche klar zu vermitteln, bis die Katastrophe vollständig ausgestanden war.

5.2.2 Phase 2 – Wiederaufbau/Nachsorge

„Unter Wiederherstellung versteht man alle Maßnahmen die das Ziel haben, den Zustand vor dem Schadensereignis wieder herzustellen, nach Möglichkeit unter gleichzeitiger Senkung der Verwundbarkeit bzw. Erhöhung der Widerstandsfähigkeit.“ [182]

Die Notfallphase wurde vom Ministerrat von Bosnien und Herzegowina fortgesetzt, während die internationale Gemeinschaft eine Bewertung des Wiederherstellungsbedarfs entwarf. Die Präsenz der tätigen internationalen Organisationen im Land, wie EU, OSZE, UN, NATO, EUFOR, Rotes Kreuz und bilaterale Akteure wie beispielsweise die USA, war immens. An der Operation waren über 20 Länder beteiligt, wie in Abb. 68 ersichtlich. [183]



Abb. 68: Hochwasserereignis 2014 in B.-H., Unterstützung durch UCPM [Q68]

¹⁸² BMI, Katastrophenmanagement (bmi.gv.at)

¹⁸³ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

Bedarfsermittlungen

Die Bedarfsermittlungen nach der Katastrophe wurden gemeinsam von den Vereinten Nationen, der Weltbank und der Europäischen Kommission durchgeführt. Nach der Überschwemmung beteiligte sich der ERCC (Emergency Response Coordination Centre) aktiv an der Auswahl von Experten für die Bewertung und Wiederherstellung. Der ERCC entwickelte eine landesweite Bedarfsliste, welche internationalen Investoren und inländischen Ressourcen enthielt. Durch Transparenz und Offenlegung der Ausgaben externer Mittel wurde sichergestellt, dass mit Hilfe der EU, der Wiederaufbau des Landes auch in Zukunft fortgeführt werden konnte.

Vorläufige Einschätzung des Zerstörungsgrades

Der erste Schritt der Bedarfsermittlung impliziert eine vorläufige Einschätzung des Zerstörungsgrades und der damit verbundenen finanziellen Ausfälle, einschließlich der Einbußen in Produktion, Einkommen und Beschäftigungszahlen. Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Katastrophe wurden auf 2,04 Billionen Euro geschätzt, davon entfielen 1,04 Milliarden Euro auf die Föderation Bosnien und Herzegowina, etwa 1 Million Euro auf Republika Srpska und etwa 30 Millionen Euro auf den Distrikt Brčko. Vor allem der private Sektor war wesentlich davon betroffen; Eigentumshäuser, kleinere, mittlere und große Unternehmen, aber auch die Landwirtschaft.

Wiederherstellungsstrategien für die betroffenen Sektoren

Die Wiederherstellungsstrategie umfasste zwei sich ergänzende Komponenten. Einerseits der Wiederaufbau und andererseits die Wiederherstellung.

Bevor jedoch überhaupt mit den Wiederaufbauaktivitäten gestartet werden konnte, mussten zuvor die Landminen, welche durch das Hochwasser oder Erdbeben verlagert wurden und 70 % der von Überschwemmungen betroffenen Zonen kontaminierten, entfernt werden. [184]

¹⁸⁴ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30.Juni.2014

Die Arbeiten zur Lokalisierung und Deaktivierung der Minen verkomplizierten die Wiederaufbauphase und brachten eine zusätzliche finanzielle Belastung mit sich.

Die Regionen Brčko und Posavina wurden durch die Überschwemmung völlig verwüstet und galten als eines der betroffenen Gebiete in ganz Bosnien. Berichten zufolge, wurde eine große Zahl an Minen, welche durch die Überschwemmung und Erdbeben verlagert wurden, in der Nähe von Ortschaften gefunden.

Die gemeldeten Erdbeben waren unterschiedlichen Ausmaßes. Einige transportierten nur einzelne Bäume, Erde und Vegetation und blockierten Straßen, andere jedoch bedeckten ganze Häuser unter einigen Metern an Fracht. [185]

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte der Wiederherstellung in 3 Stufen eingeteilt:

- 1. Stufe: Minensuche und Entsorgung
- 2. Stufe: Wiederaufbau und Reparaturen
- 3. Stufe: Projekte und Investitionen

1. Stufe

Die Minenentsorgung als erste Stufe der Wiederherstellungsaktivitäten wurde für das gesamte Katastrophengebiet in kurz-, mittel- und langfristige Phasen unterteilt. Zudem wurde Unterstützung vom Land angefordert, um Minen besser orten und sichern zu können und so das Gebiet für die Bevölkerung wieder frei zu geben.

In der kurzfristigen Phase bzw. der Notfallphase soll mittels Noträumung und setzen von Minenmarkierungen ein Zugang zu dem kontaminierten Gebiet (ca. 105 km²) geschaffen werden. Die geplanten Reparaturen und Wiederaufbaumaßnahmen sollten bis zur Mine eingeschränkt möglich sein, bis das Gebiet gänzlich gesäubert wurde.

¹⁸⁵ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014



Abb. 69: Durch Landminen kontaminierter Bereich (rechts), entdeckte Anti-Personal Mine (links), [Q69]

Mittelfristig werden alle Minenstandorte innerhalb eines bekannten oder potenziell betroffenen Gebietes überwacht bzw. soll dem Verdacht einer verdeckten Mine nachgegangen werden.

Auf langfristige Sicht werden die identifizierten Minen freigelegt, entschärft und danach sicher entfernt. Der Räumungsprozess schließt auch die landwirtschaftlichen Flächen mit ein. [186]

Vor der Flutkatastrophe waren immer noch 1.215 km², daher 2,4 % der Landfläche durch Minen kontaminiert. Vor allem entlang der alten Frontlinie, welche sich quer durch Bosnien und Herzegowina erstreckt. [187]

Von 1992 bis 2008 wurden 5.005 Menschen durch eine Landmine getötet oder schwer verletzt. Vor der Flut waren etwa 540.000 Einwohner (von insgesamt 3,4 Mio.) von den Minen betroffen. Untersuchungen zufolge wurden etwa 800 km² von der Überschwemmung erfasst und unter anderem von ausgelösten Erdrutschen an unbekannte Orte verfrachtet.

Zudem wurden die rund um die Minenfelder angeordneten Warnschilder und Absperrungen, mitgerissen. [188]

¹⁸⁶ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

¹⁸⁷ Judith Hartl, <https://www.dw.com/en/floods-in-bosnia-herzegovina-expose-land-mines/a-17647129>, Version: 20.05.2014

¹⁸⁸ Geert De Cubber, Haris Balta, Daniela Doroftei, Yvan Baudoin, https://www.microdrones.com/fileadmin/web/_downloads/case_studies/SSRR2014_proj_XXX.pdf



Abb. 70: Minenfelder (rote Punkte) innerhalb der kroatisch und bosnischen Grenzen nach den Kriegen 1995 [Q70]

Zu Beginn wurde ein Team gegründet mit Teilnehmer aus Bosnien, Serbien und Kroatien, die gemeinsam die Gefahr analysierten. Infolgedessen konnten sich die mindestens 20 Organisationen der EU-Mitgliedsstaaten, koordinieren und die Minensuche in die Wege leiten. Vor Ort wurden unterschiedliche Methoden zum Aufspüren der Minen angewendet. Vorwiegend setzten viele Organisationen Minen-Hunde ein, um die verschütteten Minen aufzuspüren. Die Entschärfung erfolgte händisch mittels Metalldetektoren und Teleskopnadeln, welche zum Ertasten der Mine eingesetzt wurden. Rund um der Stadt Maglaj wurden viele Überreste aus der Kriegszeit detektiert, was den Einsatz und die Arbeit der Hilfsorganisationen erheblich erschwerte. [189]

¹⁸⁹ Judith Hartl, <https://www.dw.com/en/floods-in-bosnia-herzegovina-expose-land-mines/a-17647129>, Version: 20.05.2014



Abb. 71: Sichern und Markieren von Gebieten mit potenzieller Minengefahr, [Q71]

Daher wurde beschlossen, das UAV System (Unmanned Aerial Vehicle System) für Inspektionsflüge zu nutzen, insbesondere in Bereichen, in denen die Organisationen aufgrund der hohen Gefahr keinen Zugang hatten. [190]



Abb. 72: Eingesetzte MD4-1000 Multicopter Mikrodrone [Q72]

¹⁹⁰ <https://www.microdrones.com/de/content/belgische-rettungskraefte-nutzen-microdrones-in-katastrophengebiet/>, Version: 14.09.2014

Das Team der belgischen Royal Military Academy (RMA) in Zusammenarbeit mit Bosnia and Herzegovina Mine Action Centre (BHMAC) setzte eine MD4-1000 Multicopter Mikrodrone mit zwei Sensorentypen zur Beurteilung und Kartierung von potenziellen Risikozonen aus der Luft ein. Die maximale Flugzeit der Drohne war auf 88 min und einem Radius von etwa 40 km ausgelegt.

Mit Hilfe des UAV Systems konnten die neuen Positionen der Minenfelder identifiziert werden und zur Erstellung von 3D Modellen (DEM - Digital Elevation Model, DSM Digital Surface Model) des gescannten Gebietes herangezogen werden. Zudem ermöglichten die auf wenige Zentimeter pro Pixel genauen Modelle die Größe von Rutschungen zu ermitteln und diese Ergebnisse mit kartografischen Informationen und Mineninformationssystemen zu konfigurieren. In der Zusammenarbeit mit dem Institut für Geodäsie der Universität Sarajevo, konnten die Resultate des RMA zu statischen Modellen aufbereitet werden um die Auswirkungen der Überschwemmungen auf Erosionsprozesse und in Folge dessen eine Umlagerung der Minen zu ermitteln. [191]

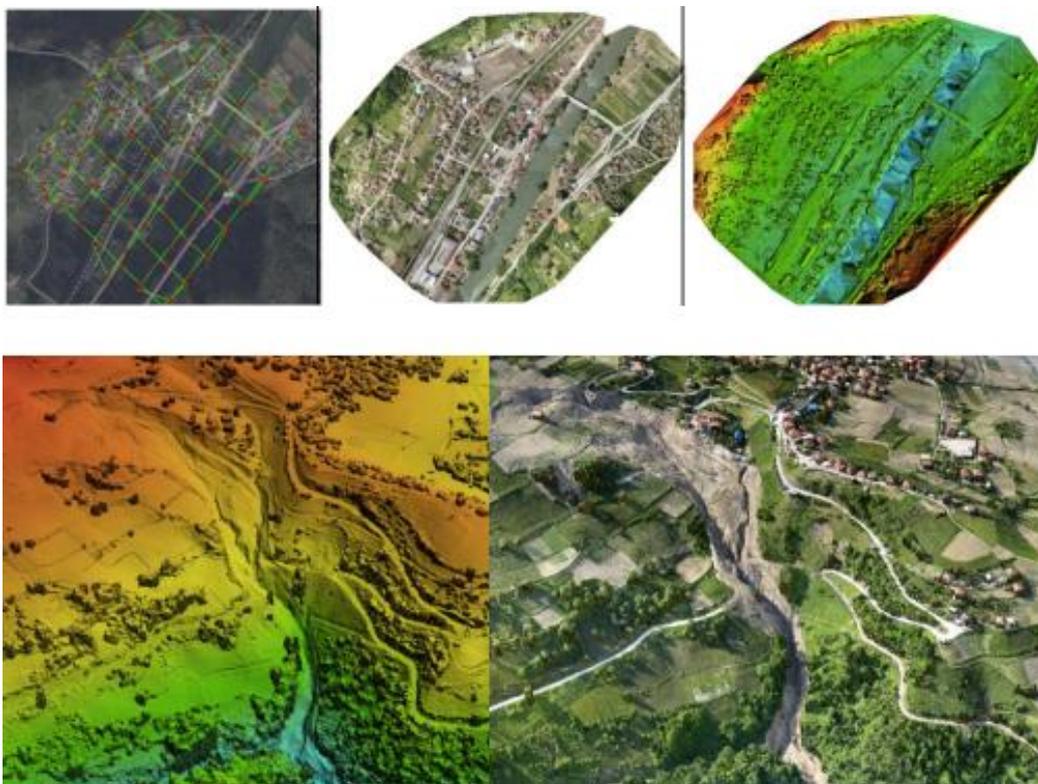


Abb. 73: Links unten: Digital Surface Model, rechts unten: Bild des gescannten Bereiches [Q73]

¹⁹¹ Floodlist News in Europe, <http://floodlist.com/europe/using-drones-locate-landmines-bosnia-floods>

Die Ermittlung der von Minen kontaminierter Gebiete ist selbst heute, fast 7 Jahre nach der Katastrophe noch nicht abgeschlossen und wird vermutlich noch in Zukunft den Einsatz vieler Organisationen benötigen.

2. Stufe

In der zweiten Stufe standen der Wiederaufbau bzw. die Reparatur der Infrastruktur und Schutzbauten, die zur Risikominimierung beitragen, im Fokus. Nach der Überschwemmung wurde deutlich, dass bestimmten Aufgaben der Wiederherstellungsphase sofortige Beachtung geschenkt werden mussten. Unter anderem im Sektor Landwirtschaft. Es war wichtig die Schäden vor der Bepflanzungssaison zu beseitigen, um weitere Ernteverluste zu vermeiden.

Weiters stellten Themen wie...

- die Bereitstellung von beheizten Unterkünften für jene die ihre beschädigten Häuser auf unbestimmte Zeit verlassen mussten
- ein pünktlicher Schulstart
- die Umsiedelung der Bevölkerung von gefährdeten in sichere Gebiete

...wichtige Punkte der Wiederaufbauphase dar.

Zudem wurden Möglichkeiten erarbeitet, um auf finanzielle Ressourcen zurückgreifen zu können bzw., die Investition sofort in geplanten Wiederaufbaupläne einfließen zu lassen. Die Koordinierung der Investitionen war vorrangig von der Wirtschaft des Landes und dessen Umsetzungskapazitäten abhängig. Daher wurden in der Strategiebeschreibung darauf hingewiesen, dass während des Wiederherstellungsprozesses weder makroökonomische Instabilität oder wirtschaftliche Ausfälle generiert werden, noch dass es zu Preisanstiegen kommen darf.

LANDWIRTSCHAFT

Die Landwirte wurde von den Überschwemmungen völlig unvorbereitet getroffen, sodass Untersuchungen eingeleitet wurden, um den Istzustand zu dokumentieren und um einen Sollzustand mit Risikominimierenden Faktoren zu schaffen.

Daher beinhaltet die Wiederaufbauplanung:

1. Ausbau des meteorologischen Messnetzes, wodurch Informationen schneller bereitgestellt werden können
2. Verbesserte Interpretation der Informationen durch geschultes Personal
3. Überwachungs- bzw. Frühwarnsysteme auf den direkten Nutzen des Agrarsektors ausgelegt.

Durch präventive Maßnahmen wie das Erstellen von Katastrophenrisikokarten auf kommunaler Ebene, soll eine verbesserte Landnutzungsplanung z.B. Vieh- oder Ackerfläche mit verminderten Katastrophenrisiko bereitgestellt werden.

Dafür ist die Stärkung der Landwirtschaftsministerien, im Bereich der Schadensbewertung nach Naturkatastrophen (für die Sektoren Land-, Vieh-, Fischerei- und Forstwirtschaft), ein wesentlicher Faktor.

ENERGIEVERSORGUNG

Die folgenden Maßnahmen wurden in der Wiederaufbauphase umgesetzt, um die Stromversorgung wiederherzustellen und den Normalbetrieb wieder aufzunehmen.

Gefährdete Gebiete in der Nähe von Energieanlagen wurden ermittelt, um vor Ort sowohl eine Risikobewertung (hydrologische und geologische), als auch Hochwasserschutzmaßnahmen durchzuführen. Bauliche Maßnahmen, wie z.B. die Hangstabilität durch aktive Entwässerungsanlagen oder Stützmauern bei Kohlebergwerken, sollen den Hochwasserschutz zukünftig gewährleisten. Zudem wurde diskutiert, den Notaus-Schalter von Hochspannungsleitungen mit einer Betriebsspannung von 35 kV mittels Fernbedienung zu betreiben, um bei einer Katastrophenwarnung sofort handeln zu können. [192 193]

¹⁹² European Commission, https://ec.europa.eu/budget/euprojects/eu-flood-recovery-programme-bosnia-and-herzegovina_en

¹⁹³ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

Die Überarbeitung der Notfallpläne könnte helfen, ein veraltetes Koordinierungsprogramm im Katastrophenfall durch Anpassung an gegebene meteorologische Szenarien, Stand der Technik und verbesserte Reaktionsfähigkeit im Notfall zu ersetzen.

INFRASTRUKTUR

Zur Minimierung des Risikopotentials im Infrastruktursektor während der Wiederherstellungsphase wurden Erfahrungen und Lösungsansätze aus Ländern, die mit Überschwemmungen ähnlichen Ausmaßes konfrontiert waren, herangezogen. Einige der folgenden Maßnahmen konnten erfolgreich für den Sektor übernommen werden:

Vor allem Dämme waren von der Flut betroffen, sodass eine Neugestaltung dieser als zielführend erachtet wurde. In bestimmten Zonen wurden die Dämme um eine vordefinierte Höhe angehoben, um eine Überströmung des Dammes bzw. eine Überschwemmung des Straßennetzes zu vermeiden.

Zudem konnten Risse an den Böschungen beobachtet werden. Grund dafür könnte die durch den anwachsenden Grundwasserstrom resultierende Auftriebskraft sein.

Der festgehaltene Lösungsansatz beinhaltete die Verbreiterung der Böschung, um gleichzeitig das Gewicht zu erhöhen und so der Auftriebskraft entgegen zu wirken. Zusätzlich wurde darauf hingewiesen, dass durch bessere Drainagelegung die Durchströmung von angestautem Wasser besser kontrolliert werden könnte, sowie die Vermeidung von Erosion an der inneren Böschung zu erwarten wäre.

Die erhöhte Wassergeschwindigkeit der hochwasserführenden Flüsse bewirkte, dass große Teile der Böschung einfach ausgewaschen wurden. [194 195]

¹⁹⁴ European Commission, https://ec.europa.eu/budget/euprojects/eu-flood-recovery-programme-bosnia-and-herzegovina_en

¹⁹⁵ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

Um die Erosion zu behindern, wurde vorgeschlagen die Böschungsflanken abzuflachen und gleichzeitig zu befestigen, um so die Strömungsgeschwindigkeit herabzusetzen. Dazu wurde eine Flussverbreiterung in Betracht gezogen, was mancherorts eine Verlängerung der Spannweiten von Brücken mit sich bringen würde.

Der Bau von Düker, Kanal oder Rinnen wäre vorteilhaft, um das Wasser von dem Damm abzuleiten und weitere Schäden vorzubeugen.

Die aus starken Regenfällen generierten Sturzfluten werden durch die Begradiung von Flussläufen verstärkt, da die Flut sich widerstandslos fortpflanzen kann, was bei natürlich mäandrierenden Flussläufen nicht der Fall wäre. Es wurde festgehalten, dass das bosnische Wassermanagement einer Richtlinie zufolge, das Einzugsgebiet der priorisierten Flüsse stets mit dem Aspekt der Risikominimierung verwalten sollte.

Es wurden zwei Optionen zum Schutz der Infrastruktur vor Rutschungen entworfen. Einerseits durch Umsetzung von Stabilisierungsmaßnahmen des Hanges, um das Risiko von Massenbewegungen zu minimieren. Andererseits sollen Straßen und Eisenbahntrassen völlig neu ausgerichtet werden. Eine Kosten-Nutzen-Analyse wurde für die Entscheidungsfindung herangezogen.

WASSERMANAGEMENT

In vielen Gebieten wurde die Wasserversorgung innerhalb einer Woche wiederhergestellt und auf Trinkwasser Qualität gebracht. Aufgrund dessen sind Verbesserungsmaßnahmen in erster Linie damit verbunden, eine Strategieplanung und Vorbereitungen von Notfallmaßnahmen zu entwickeln.

Die durch die Flut entstandenen Schäden an den Pumpstationen, elektronischen Systemen oder anderen Geräten hätten durch ein angemessenes Frühwarnsystem und Notfallmaßnahmen minimiert werden können. [196 197]

¹⁹⁶ European Commission, https://ec.europa.eu/budget/euprojects/eu-flood-recovery-programme-bosnia-and-herzegovina_en

¹⁹⁷ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

3. Stufe

In der dritten Stufe wurden Wiederherstellungsmaßnahmen und Investitionen zur Wiederbelebung der Wirtschaft und des behördlichen Gefüges thematisiert.

Es wurde geschätzt, dass der wirtschaftliche Schaden des Jahres 2014 etwa 2,04 Mrd. Euro oder 15% des BIP von Bosnien und Herzegowina beträgt. Die EU-Kommission reagierte auf diese fortschreitende Katastrophe durch Mobilisierung einer Geberkonferenz ‚Gemeinsam wiederaufbauen‘, um Unterstützung zu mobilisieren und Zusagen von Gebern für den Wiederaufbau des Landes einzuholen. [198]

Am 15 August 2014 startete die Europäische Union ihr EU-Programm zur Bekämpfung von Überschwemmungen in Bosnien und Herzegowina im Wert von etwa 43 Millionen Euro.

Das Ziel des Programmes ist es 4.000 Wohnungen für etwa 14.000 Menschen, 100 lokale Straßen und Brücken, 90 Bildungseinrichtungen, 10 Wasser- und Sanitäranlagen, 3 Gemeindebauten und 4 Gesundheitseinrichtungen zu sanieren.

Das EU-Hochwasserschutzprogramm steht im Einklang mit der Bewertung des Wiederherstellungsbedarfs, die von den nationalen Behörden durch Unterstützung der Europäischen Union, der Vereinten Nationen und der Weltbank durchgeführt wurde.

Das Programm wurde bis Februar 2016 im Rahmen des Entwicklungsprogrammes der Vereinten Nationen in Bosnien und Herzegowina (UNDP), des Kinderhilfswerks der Vereinten Nationen (UNICEF) und der Internationalen Organisation für Migration (IOM) umgesetzt. [199]

¹⁹⁸ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

¹⁹⁹ European Commission, https://ec.europa.eu/budget/euprojects/eu-flood-recovery-programme-bosnia-and-herzegovina_en

In den folgenden Abbildungen werden Bauprojekte gezeigt, die im Wiederaufbauprozess realisiert wurden:



Abb. 74: Hochwasserschutzprogramm: 15 Mio. EUR (Fond der EU und UNDP) für die Unterbringung und wirtschaftliche Stärkung sozial benachteiligter Familien in Bosnien und Herzegowina [Q74]



Abb. 75: Nach der Flut wurden mit Hilfe des Fond mehrere neue Wohnsiedlung im ganzen Land gebaut (links), sowie Hochwasserschutzbauten wie Schüttdämme (rechts) [Q75], [Q76]

5.2.3 Phase 3 – Prävention

„Unter Katastrophenvermeidung (Katastrophenprävention) sind alle Maßnahmen zu verstehen, die die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Folgen einer Katastrophe deutlich abschwächen.“ [200]



Abb. 76: Überschwemmung Westbalkan 2014 [Q77]

Das Auftreten von Überschwemmungen bzw. Überschwemmungsereignisse in den letzten fünf Jahren hat gezeigt, wie wichtig regionaler Hochwasserschutz und nachhaltiges Wassermanagement sind.

Die Häufigkeit und das Ausmaß schwerer Überschwemmungen entlang der Donau und dessen Nebenflüsse drängen auf eine geregelte Wasserwirtschaft und Richtlinien, die eine Verbesserung der Situation fordern.

Nach den Extremereignis im Frühjahr 2014 setzte die Europäische Kommission am 16. Juli 2014 eine Tagung in Brüssel an, mit dem Ziel der Mobilisierung von Hilfsleistungen, um in Bosnien, und in Serbien eine Richtlinie zu etablieren, um das Hochwassermanagement in den betroffenen Gebieten zu verbessern.

²⁰⁰ BMI, Katastrophenmanagement (bmi.gv.at)

Diese umfassende Analyse sollte die schon bestehenden Arbeiten weiterentwickeln indem:

- Hochwassergefahren- bzw. Risikokarten, hydraulische Modelle oder Frühwarnsysteme erstellt werden
- Hochwasserschutzsystemen gebaut werden
- die Anforderungen an ein solides Hochwasserrisikomanagement laut Wasserrahmenrichtlinie und der Hochwasserrichtlinie bewertet werden
- eine Investitionsanalyse mit Priorisierungsplan auf kommunaler, nationaler und regionaler Ebene, erarbeitet wird.

Zusammengefasst definiert die Richtlinie eine fünfstufige Planung, die neben der vorläufigen Risikobewertung auch die Erstellung von Gefahren- und Risikokarten beinhaltet und mit einem Risikomanagementplan abgeschlossen werden soll. Auf dieser Grundlage sollen Entscheidungen bezüglich baulicher Maßnahmen und Investitionsplanung entstehen.



Abb. 77: 5 Phasen des Präventionsprozesses [Q78]

Risikobewertung

Zur Umsetzung der geplanten Hochwasserrichtlinie wurde die Flutkatastrophe im Mai 2014 bewertet, indem eine ausreichende Trennung von gefährdeten zu weniger gefährdeten Gebieten geschaffen wurde. Weiters wurden alle bestehenden Hochwasserschutzanlagen auf Tauglichkeit geprüft und wenn notwendig bauliche Maßnahmen zur Hochwasserkontrolle hinzugefügt.

Ziel der Hochwasserrichtlinie ist es, einen Rahmen für die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken zu schaffen. Die Richtlinie stellt einen neuen Ansatz für das Hochwassermanagement dar.

Es fördert die Festlegung von Zielen und die Festlegung von Maßnahmen im Hinblick auf Hochwasserrisikokarten. Hochwasserrisikokarten sind Werkzeuge, die das Hochwasserrisiko (Überflutungseigenschaften und Überflutungswahrscheinlichkeit) mit dem Messwert des prognostizierten Schadens kombinieren.

Beurteilung und Sammeln von Daten

DEICHE:

Eine detaillierte Inspektion und topografische Untersuchungen der Hochwasserdeiche ist erforderlich, um die Bewertung der Hochwassergefahren zu ermitteln. Es sollen Bereiche ausfindig gemacht werden, die durch Überströmen oder Stabilitätsverlust betroffen sind und daher Verbesserungsmaßnahmen benötigen.

Um die Hydraulikmodelle zur Hochwasserrisiko Beurteilung aktualisieren zu können und die Planung von Entsandungs/Entschlammungskanäle zu erstellen, sind ausführliche Untersuchungen notwendig. Die Erhebung der Daten für Deiche, Kanäle und Flüsse kann aufgrund überlappender Untersuchungszonen kombiniert werden. Primär sind diese Begehungen erforderlich, um fehlende, ältere Daten zu ersetzen, bzw. Veränderungen aufgrund der Überschwemmung aufzunehmen.

STURZFLUTEN:

Die Expertenbewertung der Einzugsgebiete von Sturzfluten muss jegliche Gefahren, die von Erdbeben, Erosionsprozessen und reißenden Strömungen ausgehen, beinhalten. GIS-basierte Daten mit einem geeigneten Satz an Parametern/Merkmale der gefährdeten Gebiete geben einen Überblick über die Beziehung zwischen dem Quellwasser und dem Flusseinzugsgebieten. Sturzfluten entstehen, wenn der Fluss mehr Wasser trägt, als das weiter abwärts gelegene Gewässersystem. Sie haben einen beträchtlichen Einfluss auf das Trümmer- bzw. Flussregime.

ERDRUTSCH:

In Bosnien und Herzegowina wurden zwei Fortpflanzungsarten von Rutschungen beobachtet: die Rotation- und Translationsbewegungen.

Der Unterschied besteht darin, dass bei einer Rotationsbewegung die Erdmassen entlang einer ausgebrochenen Oberfläche, welche eine gebogene oder konkave Form aufweist, gleiten. Während sich bei einer Translationsrutschung, so wie in Sirici, die Abbruchmassen entlang einer flachen oder leicht wellenförmigen Bruchfläche fortbewegen.

Murenabgänge sind Schuttströme mit reißender Geschwindigkeit, wobei die Trümmer, die sie mitführen, zusammenhängend und weitgehend intakt bleiben. Es wurden unterschiedliche Arten der Hangrutschungen in Bosnien und Herzegowina beobachtet. Vor allem im Norden B.-H. wurden einige Murenabgänge dokumentiert. Es wurde beobachtet, dass viele Muren im Land durch intensive Regenfälle, Damnbrüchen, Schneeschmelze usw. ausgelöst werden, jedoch immer in Kombination mit einer Hangneigung größer 25 Grad. [201]



Abb. 78: Beispiel eines Murenabganges [Q79]

Bosnien und Herzegowina ist genauso wie Kroatien von Kriechhängen betroffen, die durch unmerklich langsamen, aber stetigen Abwärtsbewegungen von aus bindigen, nicht bindigen oder aus Gestein geformten Hängen, charakterisiert sind.



Abb. 79: Beispiel eines Kriechhanges [Q80]

ÜBERWACHUNG UND DOKUMENTATION:

Der Aufbau, die kontinuierliche Überwachung von Naturgefahren und dessen Dokumentation sind wesentlich, da alle weiteren Studien auf diesen Informationen aufbauen, um natürliche Prozesse besser verstehen bzw. abschätzen zu können.

Die Informationen enthalten Wasserstände die zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurde, sowie eine detaillierte Erhebung der Schadensintensität, damit das Ausmaß der Überschwemmung bewertet werden kann. [202]

²⁰² United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

WIEDERAUFBAU DER MESSSTATIONEN:

Während des Ereignisses wurden die Wasserstände so weit überschritten, dass die Messinstrumente, welche unzureichend auf so ein Ereignis ausgelegt waren, ab einem gewissen Pegelstand keine weiteren Daten mehr aufnahmen. Die Messstationen wurden daher auf Grundlage dieser Erkenntnisse neu errichtet, um in Zukunft einen Datenverlust zu vermeiden. [203]

AIRBORNE OBERFLÄCHENUNTERSUCHUNGEN:

Die Geländeoberflächen sind wesentlich, für die Bewertung des Hochwasserrisikos und zur Planung von Hochwasserschutzprojekten. Primär wird die Datenerhebung mittels Laserscanning (LiDA) durchgeführt.

Dabei wird der Laserscanner, beispielsweise an einem Hubschrauber oder an Drohen angebracht und tastet die Erdoberfläche mittels Laserstrahl ab.

Aus den gewonnenen Höheninformationen kann sowohl ein Digitales Oberflächenmodell, als auch ein Digitales Geländemodell erstellt werden. Abhängig von den Anforderungen an das Gerät, bewegt sich die Auflösung der Laserscandaten in einem Bereich von 0,25 bis 2 m.

Diese Modelle sind die Grundlage für topographische Analysen, wie sie in Bosnien und Herzegowina eingesetzt wurden. Dadurch konnte man es vermeiden, Menschen in verminten Gebiet zu entsenden. [204]

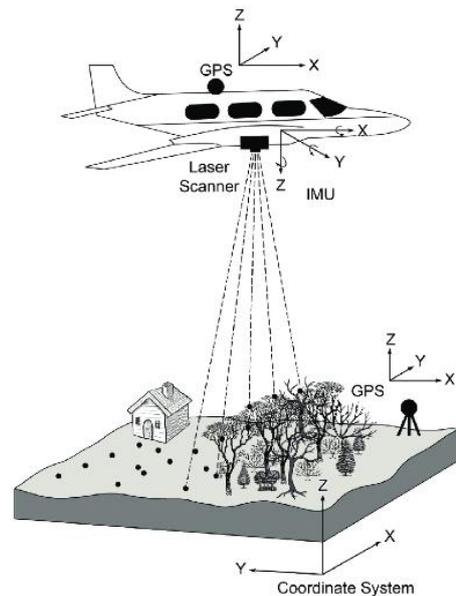


Abb. 80: Schema des Airborne Laser Scanning [Q81]

²⁰³ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30.Juni.2014

²⁰⁴ David Thoma, Satish C. Gupta, Marvin Bauer, C.E. Kirchoff, Remote Sensing of Environment, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425705000556>, Version: 30.04i.2005

Hochwasserrisiko und Hochwassergefahrenkarte

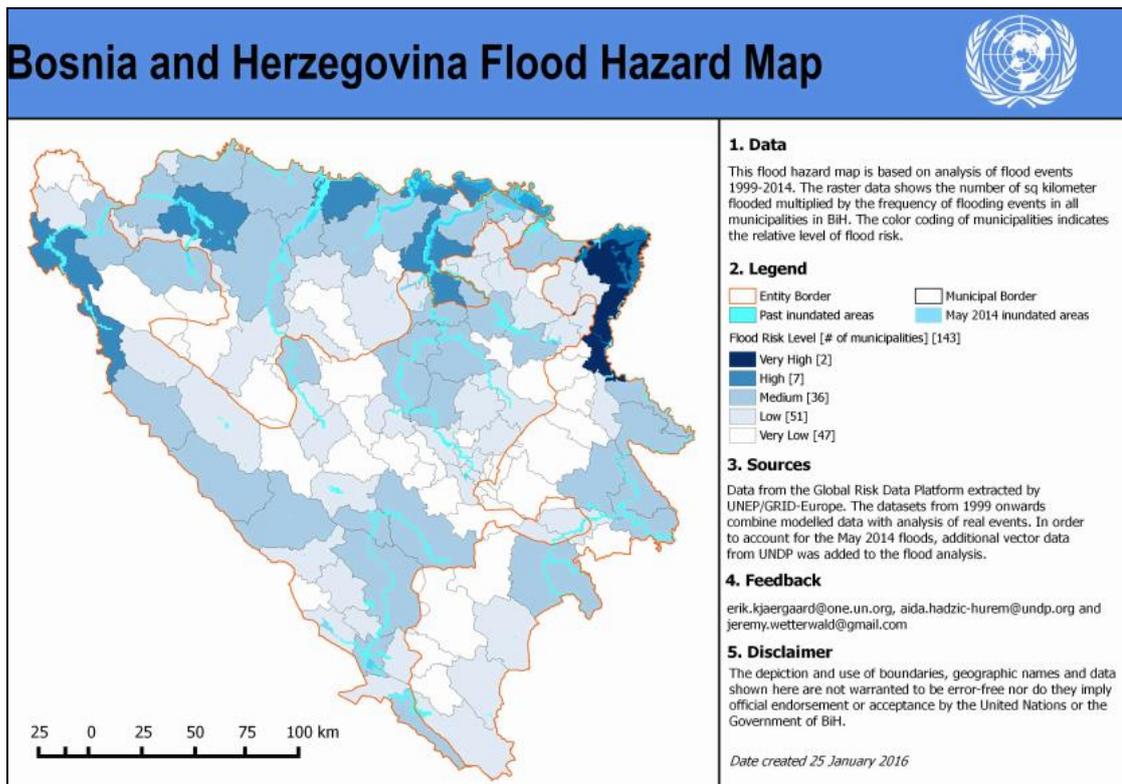


Abb. 81: Hochwasserrisikokarte von Bosnien und Herzegowina [Q82]

Risikokarten, wie in *Abb. 81*, wurden erstellt, um detaillierte Information über Hochwassergefährdete Gebiete zu erhalten und in weiterer Folge verschiedene Hochwasserszenarien darzustellen. Beispielsweise 10-jähriges Hochwasser, 100-jähriges Hochwasser oder häufige Hochwasserereignis. Ein 100-jähriges Hochwasser, welches statistisch gesehen alle 100 Jahre eintritt, bildet die Grundlage für den Hochwasserschutz und bestimmt die Überschwemmungsgebiete.

Hochwassergefahrenkarten zeigen mögliche Ausmaße eines Hochwassers, indem sie entweder für unterschiedliche Wiederkehrintervalle des Hochwassers oder für die Hochwassertiefen, $HQ_{\text{häufig}}$, HQ_{100} und HQ_{extrem} aufbereitet werden.

Zudem können sie bei den jeweiligen Geoinformationsservices online abgerufen werden. In den Hochwassergefahrenkarten werden Gebiete erfasst, die sich in einem Einzugsgebiet befinden, das aufgrund gewässermorphologischer Prozesse, Geschiebeführung oder Feststoffprozess die Bedingungen eines Hochwasserereignisses begünstigen können.

Daraus ergeben sich unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten:

- **Niedriger Wahrscheinlichkeit** (Wiederkehrintervall: 300 Jahre)
- **Mittlerer Wahrscheinlichkeit** (Wiederkehrintervall: 100 Jahre)
- **Hoher Wahrscheinlichkeit** (Wiederkehrintervall: 30 Jahre)

Hochwasserrisikokarten werden durch hydraulische und hydrologische Modellierungsprogramme entwickelt. Sie helfen verschiedene Hochwasserszenarien zu kreieren und stellen die Beeinflussung der Landnutzung dar.

Um detailgetreue Karten zu schaffen, werden Daten zu Infrastruktur und Ressourcen aus dem Geoinformationssystem (GIS) implementiert, wodurch es möglich ist vergangene und präsenste Bedingungen des Regenwasserregimes und Grundwasserstrom zu dokumentieren. [205 206]

Modellierungsarbeiten

Die hydrometrischen Daten von Flusssystemen, wie die Sava in B.-H. werden für die Erstellung von 2D Hydraulikmodellen, welche für eine Reihe von Hochwasserszenarien ausgelegt sind, eingesetzt.

Eine permanente Überprüfung und Aktualisierung der Messinstrumente und den gelieferten Daten, vor allem Wasserstände in Verbindung mit den Abflussmengen, sind notwendig um die Auswirkungen von wahrscheinlichen Überschwemmungsereignissen unterschiedlichen Ausmaßes ausführlich zu rekonstruieren.

Computerunterstützte Prozessmodellierung muss mit Daten vergangener Erdbeben oder Sturzflut Ereignissen, lokalen Erfahrungen und detaillierten Feldstudien einhergehen.

²⁰⁵ Kein Autor, https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/hwgk_hwrk/index.htm

²⁰⁶ Wildbach- und Lawinenverbauung und Schutzwaldpoliti, <http://www.naturgefahren.at/massnahmen/gefahrendarst/hochwasserricht.html> Version: 11.02.2019

Die Schwierigkeit besteht darin, ausreichend Stabilität an Hängen zu schaffen, dessen Versagen oft durch darunter liegende Grundwasserströme oder allgemein durch den komplexen Aufbau des Einzugsgebietes in dem sie sich befinden, kontrolliert werden. [207]

Die folgende Abbildung ist ein Beispiel einer Hochwasserrisikokarte des Flusses Bosna mit einem 100-jährigen Wiederkehrintervall. Auf der Karte in *Abb. 82* ist deutlich zu erkennen, wie sich ein HQ100 nahe der Stadt Samac auswirken würde. Die Fluten würde weit ins Landesinnere dringen und Dörfer in unmittelbarer Nähe völlig überschwemmen.

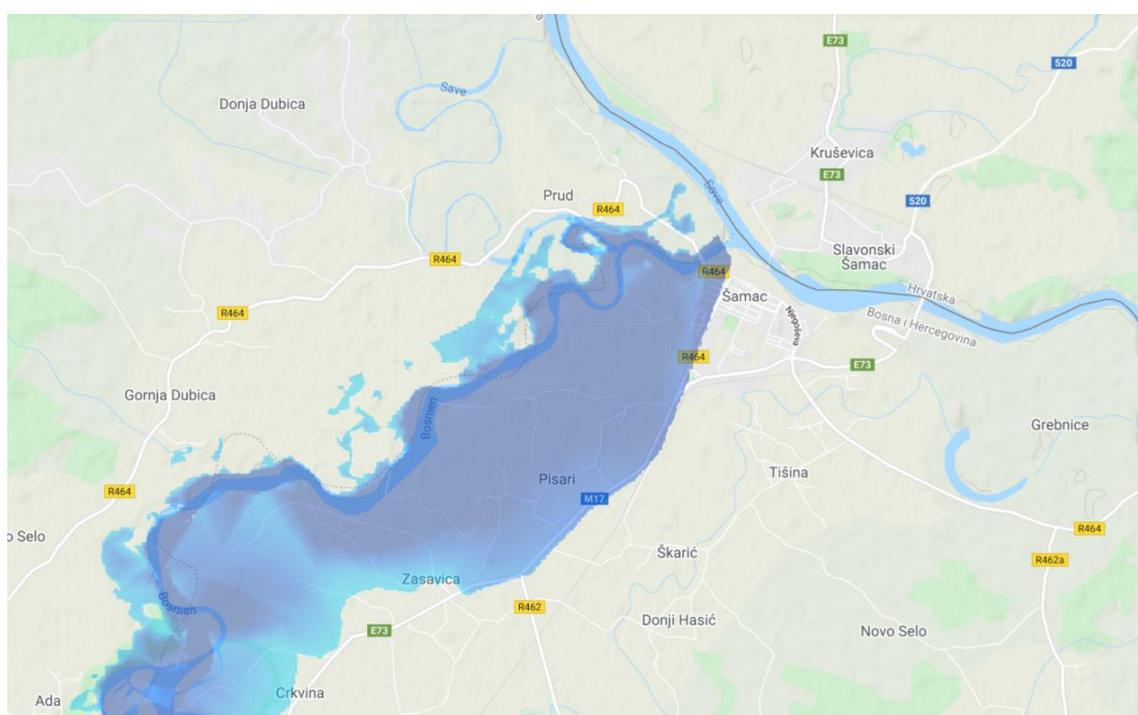


Abb. 82: Hochwasserrisikokarte der Stadt Samac [Q83]

Mit Hilfe der erstellten Gefahren- und Risikokarten war es möglich, eine Bedarfsanalyse für bauliche Maßnahmen im Sinne der Hochwasserrichtlinie zu erstellen.

²⁰⁷ Kein Autor, <http://www.hup-wasserbau.de/ingenieurleistungen-hup/hochwasserschutz-flussbau/expertise/13-hochwassergefahrenkarten.html>

Diese Methodik ist ein erster Schritt für eine ordnungsgemäße Bewertung des Hochwasserrisikos und ermöglicht die Identifikation von zukünftigen Investitionen in hochwassergefährdeten Gebieten. Zusätzlich wurden die geplanten Projekte nach den zu erwartenden Folgen und einer gewissen Effizienz priorisiert.

Nach Erstellung der Risikokarten konnte ein Risikomanagementplan ausgearbeitet werden.

Risikomanagementplan

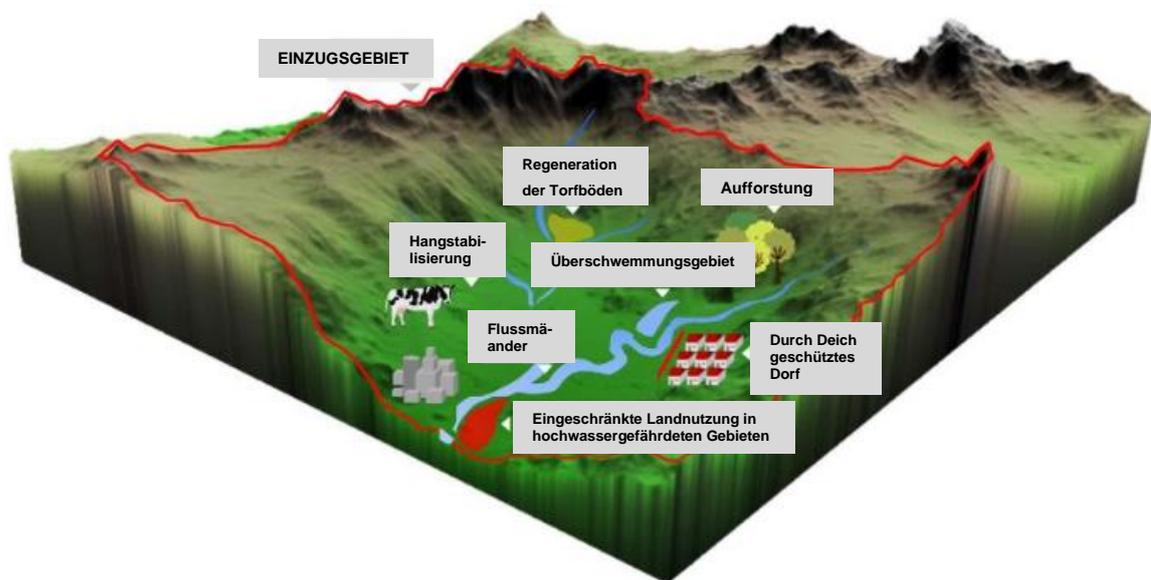


Abb. 83: Beispiel für ein koordiniertes Hochwassermanagement auf Ebene der Einzugsgebiete [Q84]

Auf Grundlage der vorläufigen Risikobewertung, sowie der Gefahren- und Risikokarten, wurden Ziele und Maßnahmen für ein integriertes Hochwasserrisikomanagement, gemeinsam mit den relevanten Fachbereichen und unter Einbeziehung der Öffentlichkeit, geplant und umgesetzt. Während der Planung werden Hochwasserbauten, in Abhängigkeit des verfügbaren Budgets und der Notwendigkeit, in die Risikokarte eingepflegt. [208]

²⁰⁸ Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/hochwasserrisiko.html>, Version:2020

Daraus definieren sich zukünftige Bauprojekte, die schlussendlich eine geregelte Wasserwirtschaft und ein solides Hochwassermanagement ergeben sollen. Die Bauprojekte umfassen:

- Errichtung von Dämmen, Flutwänden, Staue
- Wiederherstellung von Feuchtgebieten
- Erwerb hochwassergefährdeter Grundstücke.

Bauliche und Technische Maßnahmen

In B.-H. wurde ein vorläufiger Plan mit Verbesserungsmaßnahmen erstellt, der vor allem folgende Punkte involviert: Bauliche Maßnahmen, wie die Erhöhung oder Verbreiterung von Deichen und der Bau von Bypass Kanälen. Zusätzlich sollen diese Maßnahmen an natürlichen Ressourcen des Hochwasserschutzes (Überschwemmungsgebiete) Anschluss finden.

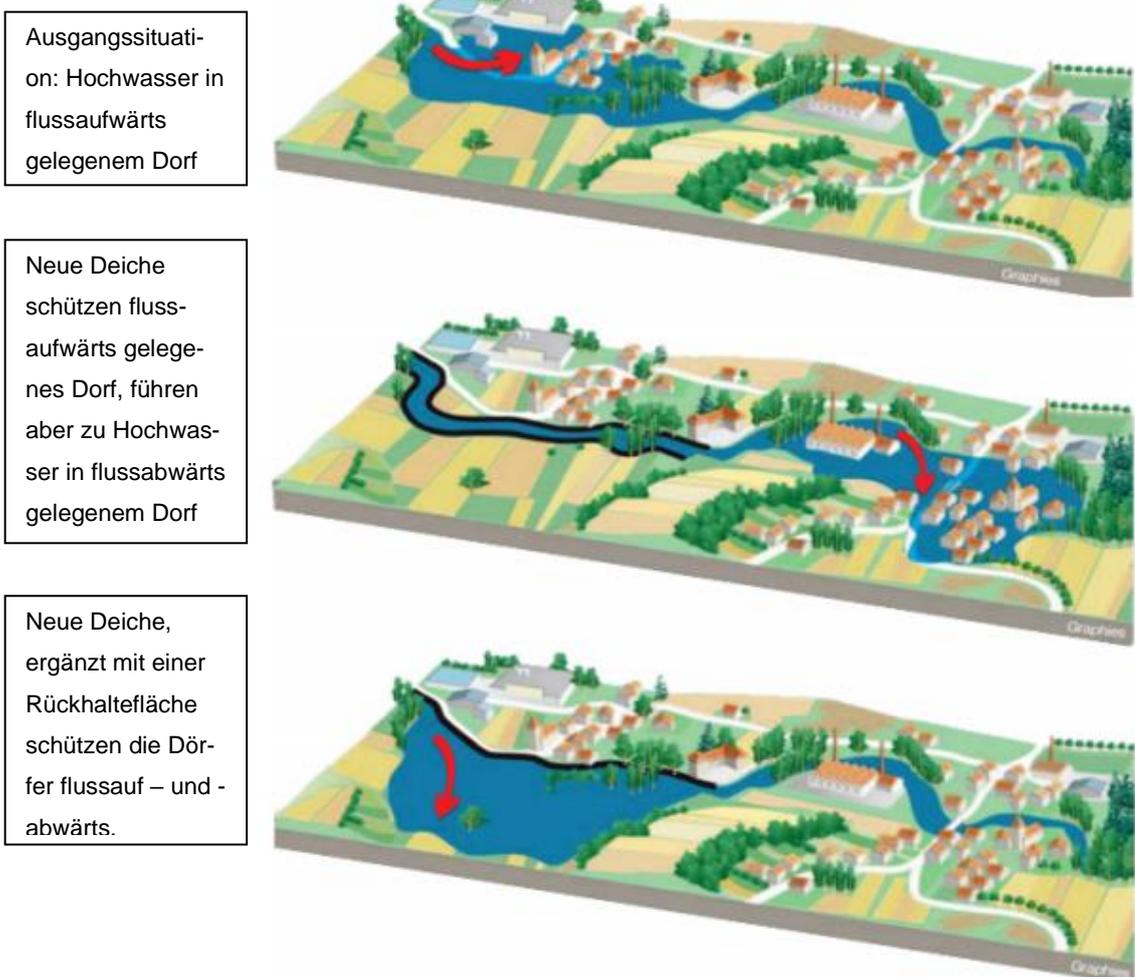


Abb. 84: Beispiel Hochwasserschutz [Q85]

Die Überschwemmungsgebiete können zur hydraulischen Entlastung der Deiche bzw. zum Anlegen von künstlichen Stauseen oder natürlichen Seen eingesetzt werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, das überschüssige Wasser kontrolliert in Retentionsgebiete zu leiten und in Folge dessen lokale Notfallpläne zu konzipieren.

Laufende Wartungsarbeiten, wie die Entfernung der aufgebauten Sedimente in Retentionsbereichen, sollen eine einwandfrei Funktionsweise der Kontrollstrukturen sicherstellen.

Grenzüberschreitende, bauliche Maßnahmen

Des Weiteren wurde der Einfluss von baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen auf die Nachbarländer beurteilt. Bosnien und Herzegowina ist durch das Drina und Sava Becken mit dem Nachbarstaat Serbien verbunden, wodurch jede Entscheidung bezüglich Hochwasserschutz, direkte Auswirkungen für das Nachbarland hat. Auf bosnischer Seite wurde im Rahmen einer Analyse in den Gebieten Tuzla und Brčka im Wassereinzugsgebietes der Drina, Maßnahmen erarbeitet, die Wassereinzugsgebiete des Flusses Sava in Serbien entscheidend mitbeeinflussen sollen.

Die Analyse dokumentiert, dass in den letzten Jahren Klimaveränderungen dazu führten, dass in der Wasserscheide der Save weitaus häufiger riesige Wasserwellen gebildet werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnis wurden die folgenden Maßnahmen ausgelegt.

Entlang des Flussabschnittes der Drina vom Kraftwerk Zvornik bis zur Mündung in die Save, wurden **Flussböschungen** mit geringer Stabilität identifiziert, was den Flusslauf in Richtung der Gemeinden Zvornik und Bijeljina in Serbien stark beeinflusst.

Die Drina ist die wichtigste grenzüberschreitende Wasserscheide zwischen Bosnien und Serbien. Sie beeinflusst die Save durch das Wassereinzugsgebiet des Kantons Tuzla, wodurch stromabwärts schnell anschwellende Gewässer in die Save fließen, um grenzüberschreitende Überschwemmungen zu generieren.

Hochwasserentlassungssysteme für diese Gebiete werden daher einerseits für Bosnien, aber auch für Serbien entlang der Drina und Save geplant, um einer erneuten Überschwemmungskatastrophe entgegen zu wirken.

5.2.4 Phase 4 – Vorbereitung

„Unter Katastrophenvorsorge versteht man alle Maßnahmen zur Abwehr und Bekämpfung der Gefahren und Schäden, die von einer möglichen Katastrophe ausgehen können.“ [209]

Trotz der Tatsache, dass die Meteorologen im Land, die Wetterwarnungen rechtzeitig herausgaben, war es den Gemeinden, aufgrund eines schwach ausgebauten Überwachungsnetz und spärlicher Dokumentation der Wasserstände nicht möglich, die sich anbahnende Katastrophe richtig einzuschätzen und den Befehl zur Evakuierung zu erteilen.

Laut eines Berichtes der UN, der die Bewertung von Hochwasserschutzanlagen in Bosnien und Herzegowina 2014 thematisierte, konnte festgestellt werden, dass der Hochwasserschutz in den 25 Jahren vor dem Ereignis nicht auf den neuesten Stand der Technik gebracht wurde. Die Hochwasserwege nicht angemessen in Stand gehalten. Die ordnungsgemäße Aufforstung der Entwässerungskanäle ignoriert, wodurch sich überschüssiges Wasser bilden konnte. Aus den Folgen der Überschwemmungskatastrophe erkannte B.-H., dass Vorsorgeaktivitäten wie effektive Kommunikation, Schulungen und Notfallplanung der Schlüssel sind, um das Land zukünftig besser auf Naturkatastrophen vor zu bereiten. Es wurden Sensibilisierungskampagnen durchgeführt, die die Gemeinden drüber aufklären, welches Risiko von Naturgefahren und dessen Folgeerscheinungen ausgeht. Die Bevölkerung auf Risiken wie Naturkatastrophen zu sensibilisieren, fördert ihre Akzeptanz gegenüber neuen Entwicklungen z.B. im Hochwasserschutz und bereitet sie auf das Restrisiko durch künftige Ereignisse vor. [210]

²⁰⁹ BMI, Katastrophenmanagement (bmi.gv.at)

²¹⁰ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

Dadurch werden alle Möglichkeiten zur Steuerung und Minimierung von Risiken erwogen, wie Schutzmaßnahmen für das Eigentum (z.B. Sandsäcke), Notfallplanung und Versicherung. Durch Aufklärungsgespräche, die den Katastrophen- und Bevölkerungsschutz thematisieren, erhofft man sich ein verstärktes politisches Engagement der Bevölkerung.

Ziel ist die Verabschiedung von Reformen und die Durchsetzung von Vorschriften z.B. Baugenehmigungen. Somit kann dem ‚unkontrollierten‘ Bau von Wasserkraftwerken, Eigentumshäuser oder Industrieanlagen bzw. der damit einhergehenden Rodung von Schutzwäldern entgegengewirkt werden. Die Umsetzung steht jedoch Hand in Hand mit der Ausbildung und Schulung von Fach- bzw. Kontrollpersonal. Schulungen von Fachleuten wie Architekten, Ingenieure und Bauunternehmen mit dem Zweck, vorsorglichen Hochwasserschutz in der Planungs- und Bauphase zu berücksichtigen (Hangsicherung, Deiche, dichtes Kellersystem, usw.). Zudem sollen Pläne und Strategien zur Erhaltung von Schutzwäldern und Retentionsgebieten, welche den natürlichen Hochwasserschutz fördern, erstellt und umgesetzt werden. Ein geschultes Fachpersonal, das mit Hilfe von Gefahrenkarten, die Überflutungszonen mittels natürlichen Hochwasserschutz kontrolliert, ist Ziel der Vorsorgeplanung. [211]



Abb. 85: Sujica Fluss, Bosnien und Herzegowina [Q86]

²¹¹ United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

Die Schutzwälder im Hinterland von Flüssen, wie auf der *Abb. 85 (Seite 117)* gezeigt, haben eine große Bedeutung für die Auswirkungen von Hochwasserereignissen und den Materialtransport.

Die Vegetation verbessert die Filtration des Bodens, sodass Regenwasser besser aufgenommen werden kann und sorgt für eine Rückhaltefunktion, damit das Wasser nicht ungehemmt abfließt.

Zudem wird das Schmelzen und das Abgleiten von Schnee reduziert, während das Wurzelsystem das Erodieren der Waldoberfläche verhindert. Daher soll der Schutz der Wälder durch eine dafür ausgelegte Gesetzgebung, geschultes Personal und zusätzliche Hangstabilisierungsmaßnahmen geschützt werden. [212]

Notfallplanung

Unter Verwendung der Risikokarten sollte eine Bewertung erfolgen und neue Notfallpläne entwickelt werden. Diese sollten die Auswirkungen von Deichbrüchen, Gefahren durch plötzliche Sturzfluten oder Erdbeben beinhalten. Zudem sollten diese Karten eine Verfahrensweise integrieren, um festzustellen ob ein Notfall eingetreten ist.

Bestimmungen für die Schulung von qualifizierten Personen bzw. der Ausführung der Notfälle laut Plan, und die planmäßige Zusammenarbeit mit unterschiedlichen Organisationen (auch grenzüberschreitend), soll als Grundlage der Vorsorgemaßnahmen dienen.

Diesbezüglich sollen Übungen abgehalten werden, die die Notfallsituation und die Reaktion der Involvierten widerspiegeln und so etwaige Probleme behoben werden können. Die Öffentlichkeit wird miteinbezogen und ein Stufenplan zur Selbsthilfe bzw. Zusammenarbeit mit den Einsatzorganisationen erstellt.

212 United Nation, World Bank Group, GFDRR, Bosnia and Herzegovina Floods, 2014 – Recovery Needs Assessment, PDF, Version: 30, Juni.2014

6. Aktuelle Situation 2020 und umgesetzte Maßnahmen

In den letzten Jahren wurden Reformierungen des Hochwassermanagements zwischen den Entitäten, Gemeinden und Wasserverbraucherunternehmen vorangetrieben, um den Informationsaustausch mit der Bevölkerung zu schaffen und Aktivitäten in den Hochwassergefahrenzonen zu fördern.

Der erhoffte, positiven Trend der Transparenz und Informationsaustausches bezüglich Hochwassermanagement, begünstigte zudem die aktive Zusammenarbeit der Länder des Einzugsgebietes der Save (Slowenien, Kroatien, Serbien und Bosnien und Herzegowina). Es wurden erst kleine Schritte in diese Richtung unternommen.

Überschwemmungsflächen als natürliche Hochwasserschutzressourcen finden mehr und mehr Anklang, sodass versucht wird diese natürliche Ressource in den Hochwasserschutz zu integrieren. Zudem arbeitet man daran Flussläufe aus ihrem statischen Zustand zu lösen, damit sie frei mäandrieren können und Anbindung an Retentionsflächen finden.



Abb. 86: Die untere Drina nahe ihrem Zusammenfluss mit der Save (BA / RS), noch nahezu natürlich [Q87]



Abb. 87: Lonjsko polje reduziert den Hochwasserspitzenwert von Sava um $500 \text{ m}^3 / \text{s}$ [Q88]

Umgesetzte Projekte nach der Überschwemmung 2014

Nach der Hochwasserkatastrophe 2014 wurde der Bau von Hochwasserschutzbauwerken mit hoher Priorität behandelt. So konnte ein Projekt nahe von Brčko realisiert werden: Die Installation eines Regelsystem in einem Schutzbauwerk sollte den zukünftiger Hochwasserschutz in Brčko gewährleisten.

Insgesamt bestand das Regelsystem aus vier Schieber die im Ereignisfall geschlossen werden. Das überschüssige Wasser wird daraufhin mit einer Pumpe in den Fluss geleitet, wodurch das Überlaufen der Sava in die umliegenden Siedlungen verhindert werden soll. Im Normalfall sind die Schieber offen, damit das Regenwasser in den Fluss abgeführt werden kann. In *Abb. 88 (Seite 121)* wird die Installation der vier Verschlussorgane gezeigt. [213]

²¹³ Kein Autor, <https://www.buesch.com/de/news-termine/xl4-spindelschieber-beweisen-hochwasserschutz-bosnien-herzegowina-vucilovac-brcko/>



Abb. 88: Rechts: Installation der Verschlussorgane in Vučilovac Brčko [Q89]

Die Republik Srpska wurde mit 55 Mio. Euro von der Europäischen Investitionsbank unterstützt. Mit dem Darlehen wurde der Wiederaufbau von Hochwasserschutzanlagen entlang der Save und ihren Nebenflüssen gewährleistet. Das Projekt umfasst sowohl die Sanierung von Deichen auf einer Länge von etwa 78 km und 163 km Kanälen, als auch den Bau zusätzlicher Hochwasserschutzsystemen. Durch dieses Projekt wurden 53 betroffene Gemeinden mit Hochwasserschutzanlagen ausgestattet.



Abb. 89: EU-finanzierte technische Hilfe für das Hochwasserrisikomanagementprojekt in der Republika Srpska, Bosnien und Herzegowina, abgeschlossen im November 2018 [Q90]

Zudem wurden EU-Zuschüsse in der Höhe von 7,4 Mio. Euro eingesetzt um Pumpstationen auszutauschen bzw. aufzurüsten, Wiederaufbau kleinerer Brücken, sowie die Erstellung von Hochwasserrisikokartierung und Einsatz von Frühwarnsystemen. [214 215]

²¹⁴ EU, EU-funded Technical Assistance for Flood Risk Management Project in Republika Srpska, BiH, to be completed in November 2018 (wbif.eu), Version 2018

²¹⁵ European Investment Bank, <http://www.eib.org/en/stories/bosnia-herzegovina-flood-protection>

Durch die Investition konnten in der Vorphase Durchführbarkeitsstudien, Detailentwürfe, Projektmanagement/Bauüberwachung finanziert werden. [216 217]

Durch das Projekt SAFE sollen betroffenen Gemeinden beim Wiederaufbau des Hochwasserwarnsystems unterstützt werden. Das Programm wurde von der Europäischen Union finanziert. Im Fokus dieses Projektes stehen vor allem die Gemeinden Saski (FBiH) und Ostra Luka (RS). Als Resultat konnte eine etablierte Zusammenarbeit und verbesserter Informationsaustausch zwischen den beiden Teilrepubliken erzielt werden. Zudem wurde ein Team mit der Ausarbeitung der Hochwasserrisiko- bzw. Gefahrenkarten und der Wiederbelebung des früheren Vorwarnsystems betraut. Mittels Aufklärungskampagnen konnte die Bevölkerung zu dem Thema Hochwasser sensibilisiert werden. [218]



Abb. 90: Logo des Projektes SAFE [Q91]

Im Land wird immer größeren Fokus auf geschultes Personal für die Handhabung der Messstationen, Frühwarnsysteme sowie Modellierarbeiten mittels Software gelegt, um Hochwasserkatastrophen in Zukunft angemessen entgegenwirken zu können. Jedoch wird es noch einige Projekte benötigen, bis Bosnien und Herzegowina den Ausbau des Katastrophenschutzsystems so weit vorangetrieben hat, dass sich z.B. Überschwemmungen nur noch kleinflächig ausbreiten können.

²¹⁶ EU, EU-funded Technical Assistance for Flood Risk Management Project in Republika Srpska, BiH, to be completed in November 2018 (wbif.eu), Version 2018

²¹⁷ European Investment Bank, <http://www.eib.org/en/stories/bosnia-herzegovina-flood-protection>, Version 05/2018r

²¹⁸ Centre for Security Service BH, Projekat „Pomoć opštinama da unaprijede sistem ranog upozoravanja i podrška oporavku od poplava – SAFE“ – Centar za sigurnosne studije – BiH | Centre for Security Studies – BH (css.ba)

7. Zusammenfassung

Die Arbeit behandelt unterschiedliche Aspekte, die das Hochwasserereignis in Bosnien und Herzegowina 2014 beeinflussten. Dabei wurden nicht nur geologische und hydrologische Prozesse berücksichtigt, sondern auch politische und wirtschaftliche Einflüsse. Es zeigte sich, dass ein Zusammenspiel unterschiedlicher Prozesse, die Auswirkungen der Katastrophe auf Land und Menschen verstärkt haben.

Des Weiteren widmet sich die Arbeit vor allem der Fragestellung wie und warum die ‚Flut‘ derart große Teile des Landes betreffen konnte. Anschließend werden die Auswirkungen der Katastrophe von 2014 bis zur Gegenwart (2020) reflektiert.

Der Katastrophenzyklus des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenmanagements mit seinen vier Phasen dient als Grundlage, um die Implementierung des Katastrophenmanagement zu beschreiben und mögliche Schwachstellen zu eruieren. Dabei werden die einzelnen Phasen (Bewältigung, Wiederaufbau/Nachsorge, Prävention, Vorbereitung) auf die Überschwemmungskatastrophe projiziert. Es konnte in der Phase ‚Bewältigung‘ eine kontinuierliche Krisenmanagementkette identifiziert werden. Die darauffolgenden Phasen sind teilweise noch nicht abgeschlossen, was vor allem auf ein unzureichendes Budget bzw. Probleme bei der Koordinierung durch das Land selbst, zurückzuführen ist.

Nichtsdestotrotz wurden bereits (6 Jahre danach) eine Vielzahl an Projekten umgesetzt, die sich mit der Aufarbeitung der Katastrophe befassen. Zudem rückt auch die Europäische Hochwasserrichtlinie immer mehr in den Vordergrund, wodurch nach und nach der Hochwasserschutz bzw. ein Bewusstsein für ein verstärktes Risikomanagement eine prägende Rolle im Land einnimmt.

Literaturverzeichnis

Internetdokumente – Zugang von Mai bis Oktober 2020

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Hochwasser>
- [2] <https://de.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cberschwemmung>
- [3] <https://de.wikipedia.org/wiki/FI%C3%A4chenversiegelung>
- [4] <https://de.wikipedia.org/wiki/Murgang>
- [5] <https://www.noen.at/niederoesterreich/chronik-gericht/bosnien-rotes-kreuz-noe-entsendet-trinkwasserexperten-bosnien-hilfe-rotes-kreuz-trinkwasserexperte-4871686>
- [6] https://de.wikipedia.org/wiki/Balkantief_Yvette
- [7] <https://www.kroati.de/kroatien-infos/flutkatastrophe-balkan-2014.html>
- [8] https://www.deutschlandfunk.de/hochwasser-in-bosnien-gefahr-durch-landminen.795.de.html?dram:article_id=285877
- [9] https://www.deutschlandfunk.de/meldungen-liste-forschung-aktuell.1508.de.html?drn:news_id=604267
- [10] <https://www.dw.com/de/wieder-ein-jahrhunderthochwasser/a-17665823>
- [11] <https://www.eskp.de/naturgefahren/katastrophenhilfe-in-bosnien-und-herzegowina-935436/>
- [12] <http://www.unique-online.de/bosnien-hochwasser/7316/>
- [13] <http://www.doppeladler.com/da/oebh/hochwassereinsatz-bosnien/>
- [14] <https://www.tagesanzeiger.ch/panorama/vermishtes/bosnien-muss-tausende-stinkende-tierkadaver-nach-serbien-bringen/story/29038980>
- [15] <https://www.spektrum.de/magazin/terrorwaffe-landminen/823121>

- [16] <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/6750372/starkniederschlaege-europa/>
- [17] <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/de/>
- [18] <http://floodlist.com/europe/page/2>
- [19] <https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/hochwasserrisiko.html>
- [20] <https://www.naturgefahren.at/massnahmen/gefahrendarst/hochwasserricht.html>
- [21] https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina#Naturraum
- [22] https://www.sogde.org/wp-content/uploads/2015/05/report_studienreise_bosnien_09_15.pdf
- [23] <https://balkanrivers.net/de/aktuell/historische-entscheidung-f%C3%BCr-fl%C3%BCsse-bosnien-herzegowina>
- [24] https://www.researchgate.net/figure/Land-cover-of-Bosnia-Herzegovina-draped-over-a-shaded-relief-topographic-map-derived-from_fig2_233107128 (BILDER ENGLSICH)
- [25] <https://www.greenclimate.fund/sites/default/files/document/22150-scaling-climate-resilient-flood-risk-management-bosnia-and-herzegovina.pdf>
- [26] <http://www.besafenet.net/Templates/00001/data/olympiad-2019/OptionalQuestions/team103/question363/103.pdf>
- [27] <https://www.process.vogel.de/wasseraufbereitung-durch-umkehrosiose-und-nachgeschaltete-elektrochemische-entsalzung-a-64972/>
- [28] Report/Paper, UAS deployment and data processing during the Balkans flooding

- [29] https://www.lfu.bayern.de/wasser/hw_risikomanagement_umsetzung/hwgk_hwrk/index.htm
- [30] <file:///E:/FLOOD-PREVENTION-AND-MANAGEMENT-GAP-ANALYSIS-EXECUTIVE-SUMMARY1.pdf>
- [31] https://ec.europa.eu/neighbourhood-enlargement/sites/near/files/pdf/bosnia_and_herzegovina/ipa/2014/ipa2014_037703.07_bih_regional_flood_protection_infrastructure.pdf
- [32] <https://wbif.eu/preventing-disasters-flood-risk-management-bih>
- [33] https://europa.ba/?page_id=541
- [34] <http://www.sehinc.com/news/4-steps-effective-flood-management-plan>
- [35] https://www.thw.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Einsaetze/international/2014/05/meldung_005_balkan_trinkwasser_laeuft.html;jsessionid=0C785CAC478DB4BC6524583ECE4FF0A3.2_cid379?nn=924202
- [36] <file:///E:/FLOOD-PREVENTION-AND-MANAGEMENT-GAP-ANALYSIS-EXECUTIVE-SUMMARY1.pdf>
- [37] http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/events/workshop_on_flood_risk_management_measures_and_links_to_eu_wfd/presentations/17.pdf
- [38] <https://www.dandc.eu/en/article/climate-sensitive-flood-protection-western-balkans-set-reduce-risks-people-business-and>
- [39] https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/naps/2019-10/AP%20BIH%20BHAP_eng_FINAL%202017%20-%20adopted%20by%20the%20BIH%20Council%20of%20Ministers.pdf
- [40] http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/sava_river_basin_analysis_-_summary/sava_booklet_eng.pdf
- [41] https://de.wikipedia.org/wiki/Dinarisches_Gebirge

- [42] https://de.qwe.wiki/wiki/Dinaric_Alps
- [43] https://de.wikipedia.org/wiki/Pannonische_Tiefebene
- [44] <https://polipharm.ru/de/selskoe-hozyajstvo/v-pochvoobrazovanii-vazhnuyu-rol-igraet-biologicheskie-factory/>
- [45] https://www.researchgate.net/publication/336917359_Policy_framework_on_soil_erosion_and_land_degradation_from_the_post_conflict_perspective_of_Bosnia_and_Herzegovina/link/5dbac4454585151435d64463/download
- [46] https://eeo.aau.at/eeo.aau.at/indexe8ed.html?title=Bosnien_und_Herzegowina
- [47] Flood Europe <https://core.ac.uk/download/pdf/206565318.pdf>
- [48] <https://balkanrivers.net/de/aktuell/hochwasser-der-save-auen-retten-mensch-und-gut>
- [49] <https://www.alpenpaesse-wasserscheiden.at/randgebiete/serbien/save-gebiet-gesamt/>
- [50] <https://europa.ba/wp-content/uploads/2015/09/FLOOD-PREVENTION-AND-MANAGEMENT-GAP-ANALYSIS-EXECUTIVE-SUMMARY1.pdf>
- [51] <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skript511.pdf>
- [52] de.wikipedia.org/wiki/Save
- [53] <https://polipharm.ru/de/selskoe-hozyajstvo/v-pochvoobrazovanii-vazhnuyu-rol-igraet-biologicheskie-factory/>
- [54] <https://www.sarajevotimes.com/which-parts-of-bosnia-and-herzegovina-can-be-hit-by-the-destructive-earthquakes/>
- [55] Nikola Simic, <https://www.eib.org/de/stories/bosnia-herzegovina-flood-protection>

- [56] https://www.icpdr.org/main/sites/default/files/nodes/documents/sava_floods_report.pdf
- [57] <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-012-2187-9>
- [58] <https://de.wikipedia.org/wiki/Polje>
- [59] <https://de.wikipedia.org/wiki/Tummler>, September 2020
- [60] <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>
- [61] http://austriaca.at/buecher/files/GI_Forum/GI_Forum_2016_Vol_2/A08_EA_10769_Wetterwald.pdf
- [62] <http://www.obnova.gov.rs/uploads/useruploads/Documents/Conclusions-of-Donors-conference-for-Serbia-and-Bosnia-and-Herzegovina.pdf>
- [63] <https://www.scinexx.de/news/geowissen/europa-hochwasser-sind-heute-anders/>, August 2020
- [64] <https://www.geotech.hr/de/geotech-2/>, Zugang: August 2020
- [65] <http://www.planat.ch/de/wissen/klimawandel/entstehung-kw/>, Zugang: Oktober 2020
- [66] <https://geoera.eu/blog/significant-geomanifestations-in-bosnia-and-herzegovina/>, Oktober 2020
- [67] <https://www.wetter.de/cms/wetterlexikon-vb-wetterlage-2753117.html>, Zugang: Juli 2020
- [68] Ellin Hofmann-Thorpe und Yelarney Hibberd, 2013, <https://sites.google.com/site/southaustraliaandlandslides/types-of-landslide>, Zugang: September 2020
- [69] U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, <https://pubs.er.usgs.gov/metrics/publication/fs20043072/>, Zugang: September 2020

- [70] Elvira M. Jukic, <https://balkaninsight.com/2014/04/01/bosnian-entities-divide-profit-of-power-transmission-company/>, Version: April 1, 2014
- [71] Agora Energiewende, <https://www.agora-energiewende.de/international/suedosteuropa/>
- [72] Stanko Smoljanovic, Banja Luka, 01.09.2005, <https://www.dw.com/de/bosnische-serbenrepublik-l%C3%B6st-eigene-streitkr%C3%A4fte-auf/a-1698129>, Zugang: Oktober 2020
- [73] Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, https://www.bmz.de/de/laender_regionen/Mittel-Ost-und-Suedosteuropa/bosnien_herzegowina/zusammenarbeit/index.html
- [74] Samir Huseinovic, Mirjana Dikic, <https://www.dw.com/de/bosnien-rekordhalter-in-staatsausgaben/a-5587841>, Version: 20.05.2010
- [75] PDF - Support to Bosnia and Herzegovina for Development of Action Programmes aligned to the UNCCD 10-Year Strategy and Reporting Process under UNCCD, United Nations Environment Programme – UNEP
- [76] BS, <https://www.spektrum.de/lexikon/geographie/karstlandschaft/4007>
- [77] Centre for Ecological Research - Hungarian, https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/8719/Brosch%C3%BCre_%C3%96kosystemdienstleistungenKarstgebiete.pdf?fd=0, Version: Mai 2018
- [78] Keine Angaben zum Autor, <https://geohilfe.de/physische-geographie/geomorphologie/karst/karst-oberflaechenformen/poljen-definition/>
- [79] Autoren: Ognjen Bonacci, Ivana Zeljkovic, Amira Galić, Titel: Karst rivers' particularity: An example from Dinaric karst (Croatia/Bosnia and Herzegovina)
- [80] Übersetzung des Autors, Mensur Omerbashich und Galiba Sijaric, Mai 2006, SEISMOTECTONICS OF BOSNIA - OVERVIEW , Seiten 1-11

- [81] Ulrich Schwarz,
https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf, S85, Version 2016
- [82] MB/JW, http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20140519_e.html, Version: 19. Mai 2014
- [83] <https://de.euronews.com/2020/06/23/erinnerung-an-2014-hochwasser-in-serbien-und-bosnien-herzegowina>
- [84] APA OTS, OTS0028,
https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20140518_OTS0028/hochwas-serkatastrophe-in-serbien-und-bosnien-caritas-hilft-mit-50000-euro, Version: 18. Mai 2014
- [85] Hydro-Engineering Institute Sarajevo – HIES, https://europa.ba/wp-content/uploads/2015/12/HRA_Final_web.pdf, Version: November 2015
- [86] South-East Europe HNV farming network,
<http://see.efnecp.org/countries/bosnia-and-herzegovina/general-info/>, Version: 2020
- [87] European Union Law, <https://eur-lex.europa.eu/homepage.html>, Version: 22.09.2014

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Hochwasser, Wien 2013 [Q1].....	1
Abb. 2: Szenario einer Überschwemmung [Q2].....	2
Abb. 3: Flächenversiegelung [Q3].....	3
Abb. 4: Schema einer Rotations- und Translationsrutschung [Q4].....	5
Abb. 5: Schema einer Mure und Schuttlawine [Q5].....	5
Abb. 6: Hochwasser an der Elbe im Jahr 2010 [Q6].....	6
Abb. 7: Naturkatastrophen von 1980 bis 2018 [Q7].....	7
Abb. 8: Hochwasser in Europa; die eingefärbten Pfeile zeigen Hochwasserereignisse in Abhängigkeit der Auftretswahrscheinlichkeit innerhalb eines Jahres [Q8]	8
Abb. 9: Prinzip der Flächenversiegelung im Gegensatz zu einem unversiegelten Boden [Q9].....	10
Abb. 10: Oben: Erwärmung Europas im Winter und Sommer; Unten: Niederschlagszu- und abnahme für Winter und Sommer für die Jahre 2080-2099, [Q10].....	12
Abb. 11: Zugbahnen von Tiefdruckgebieten in Europa [Q11]	13
Abb. 12: VB (Fünf-B) Wetterlage in Europa [Q12]	14
Abb. 13: Prozess einer Risikobewertung [Q13]	17
Abb. 14: Sarajewo, Hauptstadt von Bosnien und Herzegowina, [Q14].....	18
Abb. 15: Links: Föderation B.-H. und Rechts: Republika Srpska [Q15].....	20
Abb. 16: Eines von drei in Bau befindlichen Wasserkraftwerken an der Sana in Bosnien, Auftraggeber: KELAG [Q16]	22
Abb. 17: Wasserkraftwerke in Bosnien, 'pink' – geplante Wasserkraftwerkprojekte, 'schwarz' realisierte Projekte [Q17]	23
Abb. 18: Eine Barrikade an der Frontlinie, in der Stadt Dobrinja in Sarajevo [Q18]	24
Abb. 19: Bevölkerungsdichte in Bosnien und Herzegowina von 2017 [Q19]....	25

Abb. 20: Flughafen Sarajevo, [Q20]	26
Abb. 21: Bravsko Polje in Bosnien und Herzegowina [Q21]	27
Abb. 22: Pannonische Tiefebene [Q22]	29
Abb. 23: Schema der Flussterrassenbildung [Q23]	29
Abb. 24: Dinarisches Gebirge [Q24]	30
Abb. 25: Dinarischer Karst [Q25]	31
Abb. 26: Aufbau einer Polje, wie sie in den Dinarischen Alpen vorkommen [Q26]	32
Abb. 27: Überschwemmung der Tropic Polja, Mai 2014 [Q27]	34
Abb. 28: Geologischer Aufbau Bosniens [Q28]	35
Abb. 29: Einzugsgebiet des Schwarzen Meeres und des Mittelmeers [Q29]...	36
Abb. 30: Flusseinzugsgebiet der Save und ihren Nebenflüssen [Q30]	39
Abb. 31: Längsschnitt des Flusses Save und ihren Nebenflüssen [Q31]	40
Abb. 32: Gefälle des Einzugsgebietes der Save [Q32]	41
Abb. 33: Die durchschnittliche Durchflussmenge der Save wurde über 58 Jahre (1926–84) in Sremska	42
Abb. 34: Natürliche Überschwemmungsgebiete (Auen) in Bosnien und Herzegowina [Q34]	43
Abb. 35: Durchflussabnahme (Q) (Schwarze Line) der Save im Bereich der oberen Posavina (Überschwemmungsfläche) [Q35]	44
Abb. 36: Das Bardaca Feuchtgebiet, links - im Frühjahr und Herbst, rechts – im Sommer, völlig ausgetrocknet [Q36]	45
Abb. 37: Mündungsgebiet der Bosna zur Sava nach der Sturzflut [Q37]	48
Abb. 38: Dinarisches Gebirge [Q38]	49
Abb. 39: Adriatische Platte [Q39]	50
Abb. 40: Verwerfungszonen in Bosnien, F0: Sarajevo Verwerfung; F1: Gradiška; F2: Bihać; F3: Livno; F4: Jablanica; F5: Mostar [Q40]	51

Abb. 41: Erdbebenkarte von Bosnien und Herzegowina bezogen auf ein Wiederkehrintervall von 475 Jahren [Q41]	52
Abb. 42: Überflutungsflächen Bosnien und Herzegowina [Q42]	54
Abb. 43: Tiefdruckgebiet Tamara am 14 Mai 2014 [Q43]	55
Abb. 44: Überschwemmten Flächen im Norden Bosnien und Herzegowina [Q44]	58
Abb. 45: Bewirtschaftetes Ackerland farblich unterteilt [Q45]	60
Abb. 46: Schäden an Übertragungsleitungen und Versorgungsanlagen nach der Überschwemmung 2014 [Q46].....	63
Abb. 47: Tagebau Sikulje nach der Flut, [Q47]	63
Abb. 48: Bahnnetz von Bosnien und Herzegowina [Q48].....	65
Abb. 49: Durch Erdbeben blockierte Straße M17 südlich von Doboj [Q49].....	66
Abb. 50: Schwer beschädigte Landstraße nahe Tuzla [Q50].....	67
Abb. 51: Blockierte bzw. zerstörte Straßen aufgrund von Rutschungen [Q51]	68
Abb. 52: Freilegung der Leitschienen im Bahnhof Samac nach einer Sturzflut [Q52]	69
Abb. 53: Sanierung des Pumpspeicherkraftwerks Buško blato welches Anfang der 70er Jahre erbaut wurde. [Q53}	72
Abb. 54: Katastrophenzyklus des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenmanagement [Q54]	75
Abb. 55: Versendung von Material und Bereitstellung von 30 Fahrzeugen [Q55]	79
Abb. 56: Beispiel einer von Copernicus erstellten Überschwemmungskarte von Balatun, Nord Bosnien, wie sie für die Abpumparbeiten verwendet wurden, darunter ist die Legend der Karte [Q56]	80
Abb. 57: Legende der Überschwemmungskarte Balatun, Nord Bosnien [Q57]	80
Abb. 58: Gefächtsstation im Basiscamp in Orašje [Q58]	81

Abb. 59: Das Technische Hilfswerk beim Aufbau der Hochleistungspumpenanlage [Q59]	82
Abb. 60: Lageplan von Camp und Wasseraufbereitungsanlage [Q60]	83
Abb. 61: AFDRU BiH Mission Coordination Network [Q61]	84
Abb. 62: Feldlabor der Wasseraufbereitungsgruppe [Q62].....	85
Abb. 63: Wasseraufbereitungszug [Q63].....	86
Abb. 64: Areal der gesamten Wasseraufbereitungsanlage [Q64].....	87
Abb. 65: WTC 4000 (Umkehrosmose) [Q65]	87
Abb. 66: Chemische Wasseraufbereitung mit TWA 6 [Q66]	88
Abb. 67: Bau einer Behelfsbrücke [Q67].....	90
Abb. 68: Hochwasserereignis 2014 in B.-H., Unterstützung durch UCPM [Q68]	91
Abb. 69: Durch Landminen kontaminierter Bereich (rechts), entdeckte Anti-Personal Mine (links), [Q69]	94
Abb. 70: Minenfelder (rote Punkte) innerhalb der kroatisch und bosnischen Grenzen nach den Kriegen 1995 [Q70].....	95
Abb. 71: Sichern und Markieren von Gebieten mit potenzieller Minengefahr, [Q71]	96
Abb. 72: Eingesetzte MD4-1000 Multicopter Mikrodrone [Q72].....	96
Abb. 73: Links unten: Digital Surface Model, rechts unten: Bild des gescannten Bereiches [Q73]	97
Abb. 74: Hochwasserschutzprogramm: 15 Mio. EUR (Fond der EU und UNDP) für die Unterbringung und wirtschaftliche Stärkung sozial benachteiligter Familien in Bosnien und Herzegowina [Q74]	103
Abb. 75: Nach der Flut wurden mit Hilfe des Fond mehrere neue Wohnsiedlung im ganzen Land gebaut (links), sowie Hochwasserschutzbauten wie Schüttdämme (rechts) [Q75], [Q76]	103
Abb. 76: Überschwemmung Westbalkan 2014 [Q77]	104

Abb. 77: 5 Phasen des Präventionsprozesses [Q78].....	105
Abb. 78: Beispiel eines Murenabganges [Q79].....	107
Abb. 79: Beispiel eines Kriechhanges [Q80].....	108
Abb. 80: Schema des Airborne Laser Scanning [Q81]	109
Abb. 81: Hochwasserrisikokarte von Bosnien und Herzegowina [Q82]	110
Abb. 82: Hochwasserrisikokarte der Stadt Samac [Q83].....	112
Abb. 83: Beispiel für ein koordiniertes Hochwassermanagement auf Ebene der Einzugsgebiete [Q84].....	113
Abb. 84: Beispiel Hochwasserschutz [Q85]	114
Abb. 85: Sujica Fluss, Bosnien und Herzegowina [Q86].....	117
Abb. 86: Die untere Drina nahe ihrem Zusammenfluss mit der Save (BA / RS), noch nahezu natürlich [Q87]	119
Abb. 87: Lonjsko polje reduziert den Hochwasserspitzenwert von Sava um 500 m ³ / s [Q88].....	120
Abb. 88: Rechts: Installation der Verschlussorgane in Vučilovac Brčko [Q89]	121
Abb. 89: EU-finanzierte technische Hilfe für das Hochwasserrisiko- managementprojekt in der Republika Srpska, Bosnien und Herzegowina, abgeschlossen im November 2018 [Q90].....	121
Abb. 90: Logo des Projektes SAFE [Q91].....	122

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Summen der Gesamtschäden und -verluste in den jeweiligen Energiesektoren.....	61
--	----

Quellenangabe Abbildungsverzeichnis

- Q1 ©APA, <https://www.vienna.at/hochwasser-2013-in-oesterreich-alle-infos-und-bilder/3595784>
- Q2 <https://www.ideal-versicherung.de/magazin/hochwasser-und-ueberschwemmung-welche-versicherung-zahlt/>
- Q3 dpa, <https://www.handelsblatt.com/technik/energie-umwelt/klima-orakel-versiegelte-flaechen/6585698.html?ticket=ST-8710160-zSQJfOEcOjUCZPxXbGxC-ap2>
- Q4 <https://www.geotech.hr/en/landslides/>
- Q5 <https://www.geotech.hr/en/landslides/>
- Q6 https://www.planet-wsen.de/natur/fluesse_und_seen/die_elbe/pwiehochwasseranderelbe100.html
- Q7 Facts + Statistics: Global catastrophes | III
- Q8 <https://www.schroedingerskatze.at/land-unter/> ©TU Wien
- Q9 Versickern statt Versiegeln (nrw.de)
- Q10 <http://www.planat.ch/de/wissen/klimawandel/entstehung-kw/>
- Q11 https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Europa_Tiefs_Zugbahnen.jpg © Dieter Kasang, Version 2018
- Q12 <https://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Wetterlage-vb.gif>; ©Dieter Kasang, Version Juni 2013
- Q13 Risikoabwägung - LfU Bayern
- Q14 ©Thomas Trutschel/photothek.net, https://www.bmz.de/de/laender_regionen/Mittel-Ost-und-Suedosteuroopa/bosnien_herzegowina/zusammenarbeit/index.html

- Q15 https://de.wikipedia.org/wiki/F%C3%B6deration_Bosnien_und_Herzegowina, https://de.wikipedia.org/wiki/Republika_Srpska, 2011
- Q16 Eco-Masterplan shows value of Balkan Rivers | riverwatch.eu
- Q17 <https://www.balkanrivers.net/sites/default/files/BalkanRiverAssessment29032012web.pdf>
- Q18 <https://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/251437/luftbruecke-sarajevo-30-06-2017>
- Q19 <http://www.geo-ref.net/de/bih.htm>
- Q20 Sarajevo Airport limits terminal access (exyuaviation.com)
- Q21 <https://furaj.ba/en/natural-phenomena-of-bosnia-and-herzegovina-places-of-intrigue-and-beauty/>
- Q22 <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/p/pannonisches-becken.html>
- Q23 <http://erlebnispfad.com/erzaehlstationen/niederterrasse.html>
- Q24 <https://www.outdooractive.com/de/gebirge/serbien/dinarisches-gebirge/10497608/>, © Kenan Muftic, Terra Dinarica
- Q25 https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dinaric_calcareous_fir-forest.jpg
- Q26 <https://de.wikipedia.org/wiki/Polje>
- Q27 <http://balkans.aljazeera.net/vijesti/kliziste-progutalo-kuce-kod-vogosce-nekoliko-povrijedenih>
- Q28 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0040195115005338?token=E4D0BE8F75AED5C1BE383A1A6DD4843609A38BC717807D2C340CD42DBEE29736868740BC5B2DA6B1D5FA54161CD53D20>
- Q29 kjna30093enn_(2).pdf (Ærtebjerg et al., 2001)

- Q30 https://en.wikipedia.org/wiki/File:Croatia_Bosnia_Herzegovina_Drainage_basins.svg
- Q31 http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/other_publications/baleses_final.pdf
- Q32 http://www.savacommission.org/dms/docs/dokumenti/documents_publications/publications/sava_river_basin_analysis_-_summary/sava_booklet_eng.pdf
- Q33 <https://de.wikipedia.org/wiki/Save>
- Q34 <https://balkanrivers.net/en/key-areas/sava-river>; Bild: Goran Safarek
- Q35 https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf
- Q36 <https://www.outdooractive.com/en/poi/bosnia-and-herzegovina/bardaca/15475817/#dmlb=1>
- Q37 www.doppeladler.com, Foto: Bundesheer
- Q38 <http://www.besafenet.net/Templates/00001/data/olympiad-2019/OptionalQuestions/team103/question363/103.pdf>
- Q39 https://de.wikipedia.org/wiki/Adriatische_Platte....Juni_2020
- Q40 Mensur Omerbashich und Galiba Sijaric, Mai 2006, SEISMOTECTONICS OF BOSNIA - OVERVIEW, S. 3
- Q41 Maps accompanying National Annexes (NA) – Eurocodes (eurokodi-vi.ba)
- Q42 <https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/service/Dokumente/skripten/Skripten511.pdf>
- Q43 http://www.wettergefahren-fruehwarnung.de/Ereignis/20140519_e.html
- Q44 https://balkanrivers.net/sites/default/files/01_SavaWhite%20Book%20Study.pdf

- 20Study.pdf
- Q45 <http://see.efncp.org/countries/bosnia-and-herzegovina/general-info/>
- Q46-47 ec.europa.eu
- Q48 Interrail Map- 2020.pdf
- Q49 <https://360photography.in/archives/tag/bosnien>
- Q50 ec.europa.eu
- Q51 Klizište u Vukanovićima : Sutješki vjesnik (kraljeva-sutjeska.com)
- Q52 <https://www.slobodnaevropa.org/a/šamac-poplava-uništala-prugu/25410466.html>
- Q53 HEP Proizvodnja d.o.o. - CS Buško blato
- Q54 BBK, https://www.bbk.bund.de/DE/AufgabenundAusstattung/Risikomanagement/risikomanagement_node.html
- Q55 ©Österreichischen Bundesheer
- Q56-57 https://emergency.copernicus.eu/mapping/system/files/components/EMSR087_07BALATUN_DELINEATION_S1DETAIL01_v1_300dpi.pdf
- Q58 ©Österreichischen Bundesheer
- Q59 dpa, <https://www.neuepresse.de/Region/Ronnenberg/Nachrichten/THW-Helfer-Markus-Lampe-ist-im-Hochwassergebiet-in-Bosnien-im-Einsatz>
- Q60-64 ©Österreichischen Bundesheer
- Q65 Wasseraufbereitung_im_OEBH_DI_Bauer.pdf (wasser-burgenland.at)
- Q66-67 ©Österreichischen Bundesheer

- Q68 (Union Civil Protection Mechanism) und bilaterale Bündnispartner(Quelle: <https://reliefweb.int/map/bosnia-and-herzegovina/4-june-2014-bosnia-and-herzegovina-flood-situation-ucpm-and-bilateral>; © European Union)
- Q69 https://www.microdrones.com/fileadmin/web/_downloads/case_studies/SSRR2014_proj_XXX.pdf
- Q70 <https://de.wikipedia.org/wiki/Bosnienkrieg>
- Q71 www.sueddeutsche.de, Foto:AP
- Q72 ICARUS, <http://floodlist.com/europe/using-drones-locate-landmines-bosnia-floods>
- Q73 <https://irevolutions.org/2014/07/07/humanitarian-uav-missions-during-balkan-floods/>
- Q74 <https://europa.ba/?p=54625>
- Q75 <https://europa.ba/?p=68102>
- Q76 Ima li pravde za očajne stanare Kupske? - tportal
- Q77 www.dandc.eu
- Q78 Geändert durch Autor, Europäischer Rechnungshof, <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/de/>
- Q79 www.geotech.hr
- Q80 www.meganak.weebly.com
- Q81 https://www.researchgate.net/figure/Typical-airborne-laser-scanning-system_fig6_315797574
- Q82 UN Country Team in Bosnia and Herzegovina, <https://reliefweb.int/map/bosnia-and-herzegovina/bosnia-and-herzegovina-flood-hazard-map-25-jan-2016>

- Q83 DRAS | Hazard Map (drasinfo.org)
- Q84 Verändert, Europäischer Rechnungshof;
<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/de/>
- Q85 <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/floods-directive-25-2018/de/>
- Q86 <https://furaj.ba/en/natural-phenomena-of-bosnia-and-herzegovina-places-of-intrigue-and-beauty/>, Autor: Dron.ba
- Q87 © Goran Šafarek, Save White Book, Save 01_SavaWhite Book Study.pdf (balkanrivers.net)
- Q88 © Goran Šafarek, Save White Book, Save 01_SavaWhite Book Study.pdf (balkanrivers.net)
- Q89 <https://www.buesch.com/de/news-terminen/xl4-spindelschieber-beweisen-hochwasserschutz-bosnien-herzegowina-vucilovac-brcko/>
- Q90 EU-funded Technical Assistance for Flood Risk Management Project in Republika Srpska, BiH, to be completed in November 2018 (wbif.eu)
- Q91 Projekat „Pomoć opštinama da unaprijede sistem ranog upozoravanja i podrška oporavku od poplava – SAFE“ – Centar za sigurnosne studije – BiH | Centre for Security Studies – BH (css.ba)

Abkürzungsverzeichnis

AFDRV	Austrian Forces Disaster Relief Unit
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
B.-H.	Bosnien und Herzegowina
BHMAC	Bosnia and Herzegovina Mine Action Centre
CESIS	Common Emergency Communication and Information System
DEM	Digital Elevation Model
DSM	Digital Surface Model
ECHO	European Commission Humanitarian Aid Office
EUCP-Team	EU Civil Protection Team
ERCC	Emergency Response Coordination Centre
EUFOR Mission	European Union Force
FBiH	Föderation Bosnien und Herzegowina
FHMI	Federal Hydrometeorological Institut
HCP	High Capacity Pumping
IR	Intermediate Reserve
MTT	Mobile Training Team
NATO	North Atlantic Treaty Organization
OSOCC	On-Site Operations Coordination Centre
RMA	Royal Military Academy (Belgien)

RS	Republika Srpska
sDekoGrp	Schwere Dekontaminationsgruppe
SEEWA	Schnell-Einsatz-Einheit-Wasser Ausland
TWA	Trinkwasseraufbereitungsanlage
UAV	Unmanned Aerial Vehicle System
UCPM	Union Civil Protection Mechanism
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees
UNO	United Nation Organisation
WRB	World Reference Base (Bodenklassen)