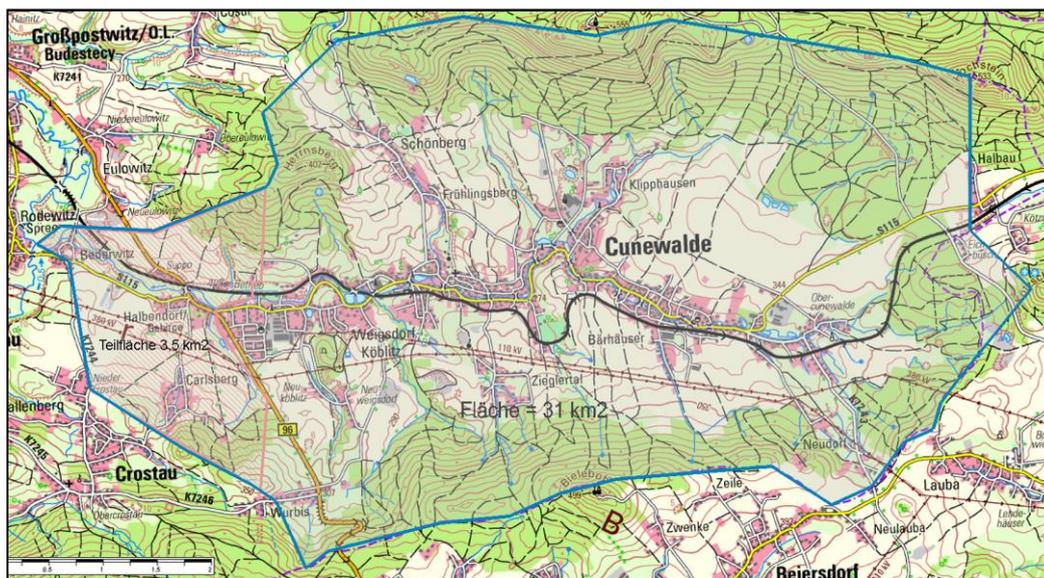




Gemeinde Cunewalde

Hauptstraße 19
02733 Cunewalde

Hochwasserrisikomanagementplanung Cunewalder Wasser



- 3 Ordner -

eta AG engineering
Büro Bautzen
Schlachthofstr. 4
02625 Bautzen

eta  AG engineering

Ausfertigung Nr.

Hochwasserrisikomanagementplanung Cunewalder Wasser

Hochwasserrisikomanagement n. § 75 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
und Europäischer Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL)

Auftraggeber: **Gemeindeverwaltung Cunewalde**
Bauamt
Hauptstraße 19
02733 Cunewalde



Auftragnehmer: **eta AG engineering**
Büro Bautzen
Schlachthofstraße 4
02625 Bautzen



Teilfachplanungen: **ifs. GmbH**
Institut für Freiraum u. Siedlungsentwicklung
Wiener Straße 82
01219 Dresden



Bautzen, den 30.09.2013

Redigierte Endfassung vom 01.11.2015

Büroleiter:

Projektleiter:

.....
Dipl.-Ing. (FH) Andreas Regel

.....
Dipl.-Ing. Wolfgang Wilhelm

Inhaltsverzeichnis

1	EINFÜHRUNG UND BEWERTUNG DES HOCHWASSERRISIKOS.....	9
1.1	Räumlicher Geltungsbereich der Hochwasserrisikomanagementplanung.....	11
1.2	Zuständige Behörden und Vorhabensträger	12
1.3	Bewertung des Hochwasserrisikos nach § 73 WHG und Feststellung der Erforderlichkeit einer weiterführenden HWRM-Planung.....	13
2	GEODÄTISCHE GRUNDLAGEN	15
2.1	Vermessung	15
2.2	Kartengrundlagen	15
2.3	Digitales Geländemodell	15
3	GEBIETSHYDROLOGIE	16
3.1	Analyse des IST-Zustandes	16
3.1.1	Dokumentation und Erläuterung vorhandener hydrologischer Grundlagen	16
3.1.2	Vorhandene Entnahmen und Einleitungen und ihre Bewertung hinsichtlich Hochwasser.....	25
3.1.3	Empfehlungen zur weiteren Untersetzung der hydrologischen Grundlagen.....	25
3.2	Niederschlags-Abfluss-Modellierung	25
3.2.1	Beschreibung des verwendeten Modells.....	25
3.2.2	Aufstellung des Modells.....	27
3.2.3	Berechnung des IST-Zustandes.....	33
3.2.4	Kalibrierung des hydrologischen Modells nach hydraulischer Berechnung	39
3.2.5	Auswirkung oder Rückkoppelung neuer Planzustände auf die N-A-Modellierung.....	39
4	HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN	41
4.1	Gewählte Grundlagen.....	41
4.1.1	Beschreibung des verwendeten Programms	46
4.1.2	Gewählte Bemessungsabflüsse	47
4.1.3	Parametrisierung	47
4.1.4	Kalibrierung des Modells	49
4.2	Berechnungen.....	50
4.3	Ermittlung von Überschwemmungsflächen	50
5	ERMITTLUNG DES SCHUTZGRADES SOWIE DES GEFÄHRDUNGS- UND SCHADENSPOTENTIALS	53
5.1	Definition von Schutzzielen.....	53
5.1.1	Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“	54
5.1.2	Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“	57
5.1.3	Ziele bezogen auf das Schutzgut „Kulturerbe“	57
5.1.4	Ziele bezogen auf das Schutzgut „wirtschaftliche Tätigkeiten“	59
5.1.5	Defizitanalyse und Schlussfolgerungen	60
5.2	Ermittlung des bestehenden Schutzgrades.....	63
5.3	Abschätzung des Schadenspotentials.....	66
5.3.1	Abschätzung des Schadenspotentials und Methodik.....	66
5.3.2	Bewertung des Schadenspotentials im Vergleich zu realen Schadensbilanzen.....	76
5.3.3	Ermittlung des Schadenspotentials für PLAN-Zustand prioritär	78
5.4	Gefahrenanalyse und -beurteilung	82

6	ABLEITUNG VON HW-GEFAHRENKARTEN UND HW-RISIKOKARTEN	83
6.1	Hochwassergefahrenkarten mit Darstellung der Intensität	83
6.2	Hochwasserrisikokarten mit Darstellung der Betroffenheit.....	83
7	HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENT	84
7.1	Maßnahmen im Einzugsgebiet	85
7.1.1	Maßnahmen in der Fläche.....	85
7.1.2	Maßnahmen zum Rückhalt in der Fläche.....	87
7.1.3	Maßnahmen im/am Gewässer	89
7.1.4	Technische Hochwasserschutzmaßnahmen.....	90
7.2	Abschätzen und Beurteilen des verbleibenden Schutzzieldefizits/Restrisikos	92
7.3	Maßnahmen zur sonstigen Risikovorsorge	94
7.4	Hochwasserfrühwarnung und -benachrichtigung	96
7.5	Operative Gefahrenabwehr auf Grundlage von Alarm- und Einsatzplänen	100
7.6	Zusammenfassende Maßnahmenbewertungen	104
7.6.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.....	104
7.6.2	Variantenvergleich zu den Maßnahmewirkungen	107
7.6.3	Maßnahmekarten, Maßnahmepriorisierung und Zuständigkeiten.....	110
7.7	Vorschläge vordringliche Maßnahmen der Wiederaufbauplanung (nWAP).....	111
7.8	Konkretisierung und Bemessungshinweise zu einzelnen nWAP-Vorschlägen.....	121
8	STRATEGISCHE UMWELTPRÜFUNG.....	125
9	ZUSAMMENFASSUNG UND METHODISCHE BEWERTUNG	126
9.1	Zusammenfassung	126
9.2	Methodische Bewertung	127
10	LITERATUR UND DATENQUELLEN.....	128
11	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	131

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Auszug der Starkniederschlagstabelle nach KOSTRA für die Gemeinde Cunewalde	23
Tabelle 2: Starkniederschläge nach KOSTRA-DWD und resultierenden Abflussspitzen	27
Tabelle 3: Zusammenstellung der Abflussmaxima für HQ5 bis HQ200	35
Tabelle 4: Zusammenstellung der Abflussreihen für die Teileinzugsgebiete	36
Tabelle 5: Übersicht Anzahl terrestrische Querprofilaufnahmen	41
Tabelle 6: Übersicht Anzahl generierte Profile im hydraulischen Modell	42
Tabelle 7: Integration der Planung zum BV Finkengasse/Bachweg in das hydraul. Modell	43
Tabelle 8: Integration der Planung Stützmauer 6 mit BW 29 in das hydraulische Modell	44
Tabelle 9: Übersicht zu gewählten Gerinnerauhigkeiten	48
Tabelle 10: Übersicht zu gewählten Vorlandrauhigkeiten	48
Tabelle 11: Gewählte Anfangswasserstände für die hydraulischen Berechnungen	49
Tabelle 12: Verteilung der Flächennutzung für ausgewählte Landnutzungsformen innerhalb der Überschwemmungsbereiche der betrachteten Hochwasserszenarien. Die Prozentangaben beziehen sich auf die betroffenen Gesamtflächen in der Gemeinde Cunewalde und der Stadt Schirgiswalde/Kirschau	70
Tabelle 13: Übersicht über Vermögenswerte und Schadensfunktionen nach Nutzungsarten und Überstauungstiefenklassen	71
Tabelle 14: Schadenswerte und Bilanzsummen für die hochwasserbedingten Schäden in Bezug auf die untersuchten Hochwasserereignisse im IST-Zustand (JET ... Überflutungstiefenklasse, GSF... Grünanlagen, Sport- und Freizeitflächen)	72
Tabelle 15: Vergleich berechnete Schadenspotentiale (IST) mit HW-Schadenssummen 08/2010	77
Tabelle 16: Verteilung Flächennutzung Überschwemmungsbereiche PLAN-Zustand prioritär	78
Tabelle 17: Schadenswerte und Bilanzsummen für die hochwasserbedingten Schäden in Bezug auf die untersuchten Hochwasserereignisse im PLAN-Zustand	79
Tabelle 18: Typen von Hochwassernachrichten	97
Tabelle 19: Alarmstufen der Hochwassermeldepegel Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche	97
Tabelle 20: Alarmstufen	98
Tabelle 21: Informationsmöglichkeiten über Hochwassergefahren	99
Tabelle 22: Vergleich Gesamtschadenpotenzial (IST) und Maßnahmekosten (PLAN gesamt)	104
Tabelle 23: Nutzen-Kosten-Verhältnis bei Umsetzung der prioritären Maßnahmen	105
Tabelle 24: Hochwasserscheitelabflüsse im IST- und PLAN-Zustand	109

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage des Untersuchungsgebietes „EZG Cunewalder Wasser“	11
Abbildung 2	Tagesniederschläge agrarmeteorol. Stationen Pommritz, Helmsdorf und Eibau.	20
Abbildung 3	Gemittelte Niederschlagssumme der agrarmeteorologischen Stationen	21
Abbildung 4	Niederschlagsverteilung eines mittenzentrierten Niederschlagsereignisses	23
Abbildung 5	Beziehung zwischen Niederschlagshöhe und Abfluss bei HQ100	28
Abbildung 6	Abflüsse am Pegel Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche im August 2010	30
Abbildung 7	Vergleich Differenz Pegelmesswerte 2010 mit ermitteltem Gebietsabfluss $T_{100}/24h$	31
Abbildung 8	Grobübersicht der ermittelten Teileinzugsgebiete des Cunewalder Wassers	33
Abbildung 9	Kumulative Gebietsabflüsse des Cunewalder Wassers für HQ200, HQ100, HQ5	37
Abbildung 10	Abflussganglinie für ausgewählte Regendauern für EG bei HQ200	37
Abbildung 11	Abflussganglinie für 24h-Regenereignis für EG bei HQ100	38
Abbildung 12	Abflussganglinie für 24h-Regenereignis im EG bei HQ5	38
Abbildung 13	Fotobeispiele erfasste Brückenprofile (Bachweg und Schmiedegasse)	41
Abbildung 14	Grafisches Beispiel terrestrisch aufgenommenes Flussquerprofil	42
Abbildung 15	Ersatzneubau Brücke Bachweg / Finkengasse	42
Abbildung 16	Neubau Straßenbrücke bei Gaststätte Blaue Kugel im Mai 2013	44
Abbildung 17	Beginn Ausbau S 115 im Mai 2013	45
Abbildung 18	Beispiel Uferinstandsetzung am Erlenweg	45
Abbildung 19	Beispiel unbearbeitete Rasterausgabe von Überschwemmungsflächen HQ ₁₀₀	51
Abbildung 20	Schema Handlungsbereiche für HWRMP nach LAWA Empfehlung	53
Abbildung 21	Beispiele Cunewalder Wasser im Oberlauf	54
Abbildung 22	Beispiel Cunewalder Wasser in Ortsmitte	55
Abbildung 23	Beispiel Cunewalder Wasser im Unterlauf	56
Abbildung 24	Flutbilder vom Hochwasser 2010 in „Zur Rabinke“ und „Erlenweg“	56
Abbildung 25	Foto Polenzpark	58
Abbildung 26	Foto Freilichtmuseum „Umgebinderhäuserpark“	58
Abbildung 27	Rückhaltebecken Schwarzer Winkel	64
Abbildung 28	Löschwasserteich im Gewerbegebiet Bärhäuser	64
Abbildung 29	Ehemaliges Rückhaltebecken Neuweigsdorfer Wasser	65

Anlagenverzeichnis

(Gliederungsschema nach Aufgabenstellung Landesdirektion Sachsen 09.03.2011)

Anlage 1	Topografische Übersichtskarte Einzugsgebiet	1 Blatt	M 1 : 25 000
Anlage 2.1	Lageplan Flächennutzung im Einzugsgebiet	1 Blatt	M 1 : 10 000
Anlage 2.2	Lageplan Schutzgebiete im Einzugsgebiet	1 Blatt	M 1 : 10 000
Anlage 3	Karte Leistungsfähigkeit Gewässer u. Bauwerke bordvoll	2 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 4	Schadenskarten Referenz Hochwasser 2010	2 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 5.1	Überschwemmungsgebietskarten IST-Zustand	6 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 5.2	Überschwemmungsgebietskarten PLAN-Zustand	6 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 6.1	Hochwassergefahrenkarte IST-Zustände	6 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 6.2	Hochwassergefahrenkarte PLAN-Zustände prioritär	6 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 7	Hochwasserrisikokarte Darstellung Betroffenheit	6 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 8.1	Maßnahmeblätter Hochwasserschutzmaßnahmen	35 Seiten	---
Anlage 8.2	Maßnahmetabelle mit Kostenzusammenstellung	12 Seiten	---
Anlage 8.3	Maßnahmentypenkatalog	38 Seiten	---
Anlage 9.1	Maßnahmenkarten der Maßnahmeplanung	2 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 9.2	Maßnahmenkarten der prioritären Maßnahmeplanung	2 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 10.1	Gewässerlängsschnitt für IST-Zustände	3 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 10.2	Gewässerlängsschnitt für PLAN-Zustände	3 Blatt	M 1 : 5 000
Anlage 11	Tabelle Leistungsfähigkeit der Querbauwerke	3 Blatt	---
Anlage 12.1.	Konzept zur wirksamen Hochwasserabflussreduzierung in den einzelnen Untersuchungsabschnitten	14 Blatt	---
Anlage 12.2	Bewertung und Priorisierung der Hochwasserrück- halteräume im Hinblick auf die Wirksamkeit	1 Blatt	---
Anlage 12.3	Übersicht der Abflusswerte und Wasserspiegellagen bei HQ100 aus den Teileinzugsgebieten	1 Blatt	---

Anhangverzeichnis

- ANHANG 1 Geodätische Grundlagen**
(Die terrestrischen Vermessungen und das digitale staatliche Geländemodell ATKIS-DLG DGM 25 liegen ausschließlich auf Datenträger vor.)
- ANHANG 2 Dokumente des Niederschlags-Abfluss-Modells**
Die Niederschlags-Abfluss-Modellierung erfolgte in Fachsoftware WaSim-ETH Zürich. In Anhang 2 Ausdrücke der Programmsteuerdatei mit Parametern und Pfadbezügen.
- ANHANG 3 Dokumente der Hydraulischen Berechnungen**
Die Hydraulischen Berechnungen erfolgten mit der Fachsoftware REHM FLUSS 10.2. Ausdrücke Ein- und Ausgabewerte lt. Inhaltsverzeichnis auf Deckblatt des Anhanges 3.
- ANHANG 4 Schriftstücke von Abstimmungen**
Inhalt lt. Verzeichnis auf Deckblatt im Anhang 4.

1 Einführung und Bewertung des Hochwasserrisikos

Mit der Umsetzung der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL 2007/60/EG) im kommunalen Verantwortungsbereich für die Gewässer II. Ordnung werden flussgebietsbezogen die Voraussetzungen für eine ganzheitliche und vorsorgliche Hochwasserschutzstrategie geschaffen.

Für das Cunewalder Wasser wurde die Hochwasserrisikomanagementplanung als Grundlage für die nachhaltige Wiederaufbauplanung (nWAP) nach dem Hochwasser vom August 2010 entsprechend den Grundsätzen und Vorgaben der HWRM-RL sowie der, dem Planungsauftrag zugrunde liegenden, schriftlichen Aufgabenstellung mit Gliederungsvorgabe der Landesdirektion Sachsen vom 09.03.2011 stufenweise bearbeitet.

HWRM-Planung Stufe 1

- Bewertung des Hochwasserrisikos nach § 73 WHG mit einer Untersuchung der geschädigten Gewässer- und Hochwasserinfrastruktur als vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos nach Art. 4 und 5 der HWRM-RL, ausgefertigt in Dokumentation vom 30.03.2012. (Die Ergebnisse der Untersuchung wurden für die vorliegende HWRM-Planung Stufe 2 ausgewertet, übernommen und in die Dokumentation integriert.)

HWRM-Planung Stufe 2

- Beschaffung der Geodätische Grundlagen: Staatliches digitales Geländemodell DGM 25 und terrestrische Gewässerprofilaufnahmen des Gewässers „Cunewalder Wasser“.
- Durchführung der hydraulischen Berechnung verschiedener Ist- und Plan-Abfluss-Szenarien im Cunewalder Wasser.
- Ermittlung des Schutzgrades sowie des Gefährdungs- und Schadenspotentials als Teil des Hochwasserrisikomanagementplans nach Art. 7 der HWRM-RL.
- Erstellung von Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten nach § 74 WHG entsprechend den Grundsätzen des Art. 6 der HWRM-RL.
- Erarbeitung eines Hochwasserrisikomanagementplanes nach § 75 WHG entsprechend den Grundsätzen des Art. 7 der HWRM-RL.

Vor der Konkretisierung von grundlegenden Randbedingungen für eine nachhaltige Wiederaufbauplanung werden demnach die systematische Analyse des Hochwasserrisikos und die Untersuchung zur Vermeidung bzw. Verringerung der nachteiligen Folgen von Hochwasserereignissen im Rahmen des Hochwasserrisikomanagementplans erforderlich.

Damit ist die Erarbeitung von Hochwasserrisikomanagementplänen im Sinne der HWRM-RL als geeignetes Instrument anzusehen, um die nachteiligen Auswirkungen von Hochwasserereignissen zu vermeiden bzw. verringern zu können. Hierbei liegen die Schwerpunkte auf Vermeidung, Vorsorge und Schutz, einschließlich Hochwasservorhersage und Frühwarnung.

Hochwasserrisikomanagementpläne enthalten keine unmittelbar verbindlichen Vorgaben für bauliche Einzelmaßnahmen des Unterhaltungspflichtigen, hier der Gemeindeverwaltung Cunewalde, sondern liefern die Grundlagen für technische, finanzielle und politische Entscheidungen sowie die Festlegung von Prioritäten.

Als Beispiel für wichtige bautechnische und hydrologische Grundlagen als Ergebnis der HWRM-Planung sei die Ausweisung der Durchflussmengen und Wasserspiegellagen für das Gewässer vom Anfang bis zur Mündung in den Fluss Spree genannt. Damit stehen die Basisdaten für alle künftigen kommunalen und privaten Bauplanungen im und am Gewässer „Cunewalder Wasser“ zur Verfügung. In gleicher Weise verhält es sich mit anderen Ergebnissen der HWRMP, wie Ausweisung der Hochwasserstände, des Schadenpotentials, der Überflutungsausdehnung und weiterer Daten.

Nicht die konkrete bauliche Absicherung eines bestimmten Schutzgrades im untersuchten Territorium, sondern die Einrichtung eines Risikomanagements, d. h. die **Erfassung**, **Bewertung** und **Steuerung** der Gefahren und potenziellen Schäden, mit zielgerichteter Ereignisnachbereitung ist Aufgabe der Hochwasserrisikomanagementplanung gemäß einschlägiger europäischer Gesetzgebung und der Richtlinie HWRM-RL in Verbindung mit den anhängigen nationalen Einführungs- und Durchführungsbestimmungen.

1.1 Räumlicher Geltungsbereich der Hochwasserrisikomanagementplanung

Die „Hochwasserrisikomanagementplanung Cunewalder Wasser“ umfasst das gesamte Einzugsgebiet (EZG) des Cunewalder Wassers, welches im Osten des Freistaates Sachsen südlich der Stadt Bautzen liegt, vom Anfang bis zur Mündung in das Gewässer I. Ordnung SPREE bei der Ortschaft Rodewitz

Das Gewässereinzugsgebiet liegt auf dem Territorium der Gemeinde Cunewalde und der Stadt Schirgiswalde-Kirschau im Landkreis Bautzen, wobei Schirgiswalde-Kirschau nur zu einem kleinen Teil betroffen ist, der hauptsächlich landwirtschaftliche Flächen beinhaltet.

Das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers ist Bestandteil der Flussgebietseinheit (FGE) Elbe bestehend aus dem das Einzugsgebiet der Binnenelbe sowie die Außenelbe samt umliegendem Küstengewässer mit Anteilen an Deutschland, Tschechien, Polen und Österreich, welche erstmalig im Sinne der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) definiert und auf europäischer Ebene verbindlich festgesetzt wurde.

Der Freistaat Sachsen bildet mit neun anderen deutschen Bundesländern, die auch Anteile am Einzugsgebiet der Elbe haben, die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) ELBE.

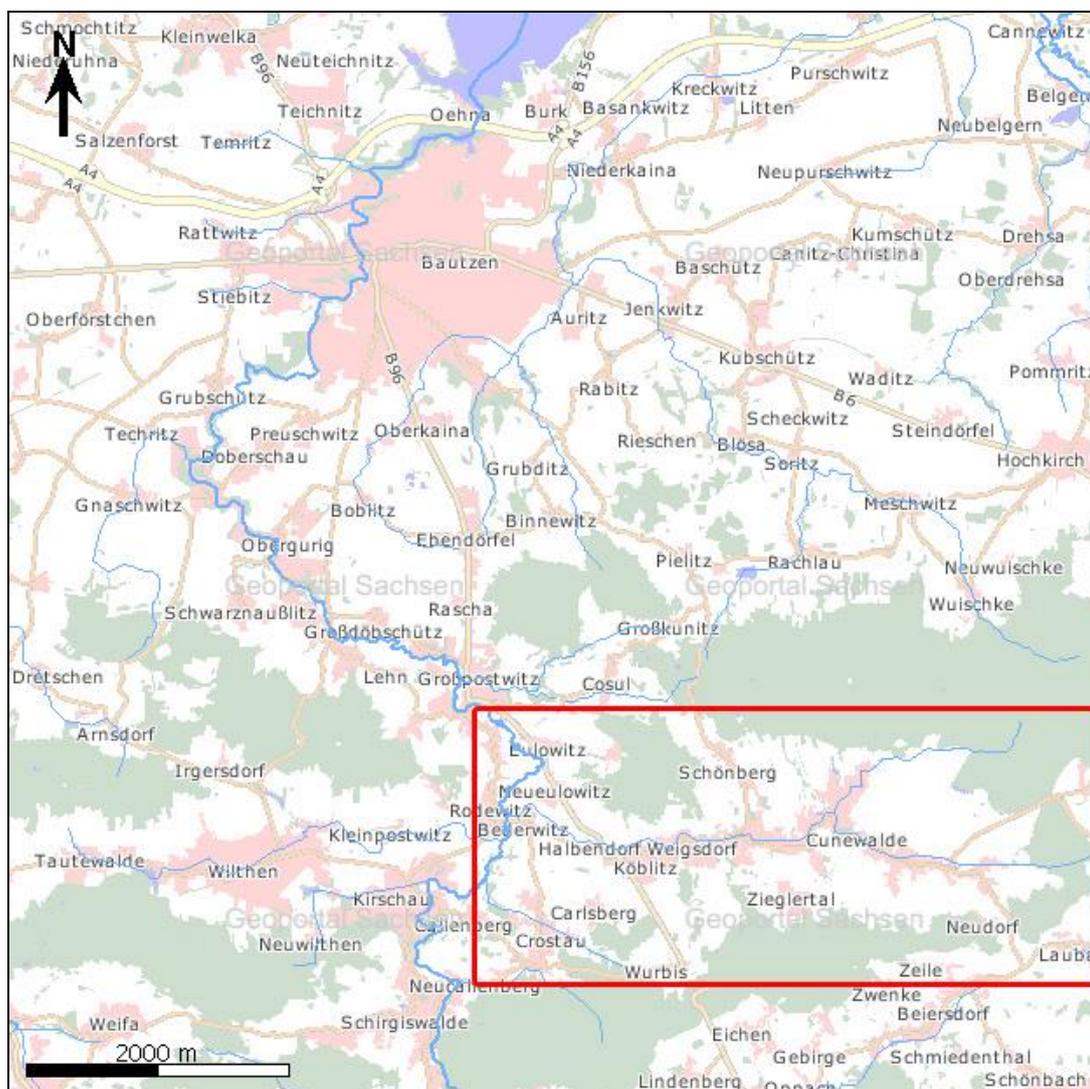


Abbildung 1 Lage des Untersuchungsgebietes „EZG Cunewalder Wasser“

Quelle: www.atlas.sachsen.de Abruf 23.03.2012 (siehe auch EZG-Karte ANLAGE 1)

1.2 Zuständige Behörden und Vorhabensträger

Die für die Umsetzung der „Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23.10.2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken“ (HWRM-RL) zuständige oberste Behörde in Sachsen ist das:

**Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
(SMUL)
Archivstraße 1
01097 Dresden**

Ihm obliegen die Rechts- und Fachaufsicht sowie die Koordination gegenüber den nachgeordneten Behörden. Die oberste Behörde stellt sicher, dass die HWRM-Planung und deren Teilbereiche, die Sachsen betreffen, termingerecht erstellt und veröffentlicht werden.

Zuständig für die Durchführung der gewässer- und einzugsgebietsbezogenen Risikobewertung und für die darauf ggf. folgende Hochwasserrisikomanagement-Planung ist jeweils der Gewässerunterhaltungslastträger, hier die Gemeinde Cunewalde und zu einem kleinem Teil die Stadt Schirgiswalde-Kirschau:

**Gemeinde Cunewalde
Hauptstraße 19
02733 Cunewalde**

und

**Stadt Schirgiswalde-Kirschau
Zittauer Straße 5
02681 Schirgiswalde-Kirschau**

Für die fachliche Begleitung und Prüfung der HWRMP war die Untere Wasserbehörde des Landkreises Bautzen zuständig:

**Landkreis Bautzen
Umweltamt
Macherstraße 55
01917 Kamenz**

Als Fördermittelstelle obliegt die Prüfung und Bereitstellung der Zuwendungen für die Bearbeitung der HWRMP und auch die praktische Koordinierung bei der Umsetzung der HWRM-RL der:

**Landesdirektion Sachsen
Dienststelle Dresden
Stauffenbergallee 2
01099 Dresden.**

Die Zuständigkeiten für die Wahrnehmung der Aufgaben aus dem Wasserrecht ergeben sich aus dem Sächsischen Wassergesetz (SächsWG) vom 12.07.2013, sowie aus der Sächsischen Wasserzuständigkeitsverordnung (SächsWasserZuVO) vom 17.06.2008.

1.3 Bewertung des Hochwasserrisikos nach § 73 WHG und Feststellung der Erforderlichkeit einer weiterführenden HWRM-Planung

Gemäß HWRM-RL ist das „Hochwasserrisiko“ als die „Kombination der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Hochwasserereignisses und der hochwasserbedingten potenziellen nachteiligen Folgen auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit“ definiert.

Mit den Untersuchungen der HWRM-Planung Stufe 1 wurden neben der Bestandsaufnahme die Hochwasserentstehung, die Hochwasserauswirkungen und die vorhandenen Schutzmaßnahmen im Einzugsgebiet analysiert und vor dem Hintergrund der bestehenden Hochwasserrisikolage erste Defizite und Schutzziele für das Planungsgebiet eingegrenzt.

Nach der Ermittlung der bestehenden Hochwasserrisikolage im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers ist festzuhalten, dass ein verhältnismäßig hohes Hochwassergefährdungs- und -risikopotenzial für die Schutzgüter 1.) menschliche Gesundheit, 2.) Umwelt, 3.) Kulturerbe und 4.) Wirtschaftliche Tätigkeit (lt. HWRM-RL 2007/60/EG) besteht.

Diese Einschätzung lässt sich zum einen auf die Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur des Gebietes, insbesondere der Ortslage Cunewalde, zurückführen und zum anderen auf die besondere topographische Lage der Gemeinde zwischen den beiden Höhenzügen der Berge „Czorneboh“ im Norden und „Bieleboh“ im Süden.

Im Verlauf des Cunewalder Wassers lassen sich bezüglich des potenziellen Hochwasserrisikos abschnittsweise verschiedene Risikostufen feststellen. Im Bereich der Ortslage dominieren Bereiche mit *mittlerem* und *erhöhtem Hochwasserrisiko*. Gewässerabschnitte, für die ein *hohes* Risikopotenzial ausgewiesen wurde, sind flächenmäßig unterrepräsentiert und konzentrieren sich auf den Mittellauf des Gewässers. *Kein Hochwasserrisiko* besteht hingegen an Gewässerabschnitten im Quellbereich sowie für den Unterlauf des Cunewalder Wassers.

Innerhalb der Bebauungsfläche der Gemeinde Cunewalde existieren mehrere Gewässerabschnitte des Cunewalder Wassers, entlang denen auch zukünftig mit negativen Auswirkungen auf die Schutzgüter im Umfeld bei Hochwasserereignissen zu rechnen sein wird, was durch die unveränderbare Geomorphologie und die vorhandene Bebauungssituation in Zusammenhang mit dem engen Flussschlauch bedingt ist.

Da der gegenwärtige Hochwasserschutz in den genannten Abschnitten lediglich durch den Ausbau der Gewässerinfrastruktur umgesetzt wird, ist ohne zusätzliche Maßnahmen des vorbeugenden und des technischen Hochwasserschutzes nicht mit einer signifikanten Reduzierung der Abflussmenge zu rechnen.

Die Bewertung des potenziellen Hochwasserrisikos nach § 73 Abs. 1 WHG („Stufe 1“) ergab für ca. zwei Drittel der Ortslage der Gemeinde Cunewalde ein hohes bzw. erhöhtes potenzielles Hochwasserrisiko durch das Cunewalder Wasser.

Als **Ergebnis der Risikobewertung** wurde aufgrund prognostizierter signifikant negativer Auswirkungen zukünftiger Hochwasserereignisse mit Eintrittswahrscheinlichkeiten ab 5 Jahre auf mehrere Schutzgüter die Erforderlichkeit der Erstellung eines Hochwasserrisikomanagementplanes nachgewiesen.

Im Rahmen der Hochwasserrisikomanagementplanung sind somit Maßnahmen zu erarbeiten,

die sowohl die Wahrscheinlichkeit des Entstehens von Hochwassersituationen als auch die Entstehung von Schäden im Fall eines Hochwasserereignisses verringern.

Vor dem Hintergrund der in HWRMP Stufe 1 ermittelten lokalen Verhältnisse und Risiken in der Gemeinde Cunewalde waren besonders Handlungsempfehlungen für die Schwerpunkte:

- a) hochwasserbezogene Flächennutzungs- und Bauleitplanung,**
- b) korrigierende Eingriffe in Immobilienbestand,**
- c) Veränderungen an Bauwerken am und im Gewässer, sowie**
- d) Maßnahmen des vorsorgenden Hochwasserschutzes**

bei der Hochwasserrisikomanagementplanung in Stufe 2 zu entwickeln.

2 Geodätische Grundlagen

2.1 Vermessung

Die Gewässergeometrie des Cunewalder Wassers, d.h. der Flussschlauch einschließlich beidseitiger Uferstreifen, soweit hydraulisch wirksam, wurden durch terrestrische Querprofilaufnahmen im Jahr 2012 von der Fa. MILAN Geoservice GmbH (ein Unternehmen der eta AG engineering) vermessungstechnisch erfasst. (Dokumentation ANHANG 1)

Die erfasste Gewässerlänge reichte über 9 Kilometer:

- von **Stat.-km 0+000,00 in Rodewitz**, Mündung in die Spree
- bis **Stat.-km 9+165,18 in Obercunewalde**, Neudorfstraße / Ecke Kalkofenstraße.

Der mittlere Sollabstand der Querprofilaufnahmen betrug rund 25 m. Er variierte nach örtlichen Erfordernissen, die sich durch Geradlängen, Sohlsprünge, Querbauwerke oder Krümmungen ergaben. Die seitliche Breite der Profilaufnahmen reichte von 25 Meter bis 40 Meter rechts und links der Gewässerachse, ebenfalls variierend nach örtlichen Bedingungen.

2.2 Kartengrundlagen

Amtliche Geobasisdaten:

Rasterdaten der Digitalen Topographischen Karte 1 : 10 000 (DTK10)

Koordinatenreferenzsystem:

RD 83 / GK (5. Meridianstreifen)

Gebietsabgrenzung:

Gebiet der Gemeinde Cunewalde, blattweise

Bezugsquelle:

Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, 2011

2.3 Digitales Geländemodell

Amtliche Geobasisdaten:

Digitales Landschaftsmodell (ATKIS-Basis-DLM, DGM25)

Koordinatenreferenzsystem:

Gauss/Krüger RD 83

Gebietsabgrenzung:

Koordinatenausschnitt	links unten	R 5460250	H 5660250
	rechts oben	R 5471350	H 5665150

Bezugsquelle:

Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen, 2012

3 Gebietshydrologie

3.1 Analyse des IST-Zustandes

3.1.1 Dokumentation und Erläuterung vorhandener hydrologischer Grundlagen

a) Aufgabe

In periodischen, meist Jahrzehnte messenden Abständen werden die großen Flussgebiete Mitteleuropas wiederholt von extremen Hochwässern heimgesucht. So beispielsweise im Freistaat Sachsen vom Hochwasserereignis im Jahre 2002 in den Einzugsgebieten der Gewässer I. Ordnung Elbe und Mulde. In den ostsächsischen Einzugsgebieten der Spree und der Neiße ging besonders das Hochwasser vom August 2010 mit ungewöhnlich hohen Wasserständen einher.

Alle diese Ereignisse waren für die betroffenen Bürger sowie die Gemeinden mit hohen Sachschäden verbunden, so dass die Suche nach den Ursachen aber auch die Ergreifung von präventiven Maßnahmen dringend geboten ist.

Da sowohl die Landoberfläche als auch die Flusssysteme selbst in der Vergangenheit durch Gewässerausbau, Flächenversiegelung, intensive landwirtschaftliche Bodenbearbeitung, Flurbereinigung und Waldschäden weitreichenden Eingriffen ausgesetzt gewesen sind, werden bei der Suche nach den Ursachen für die Häufung von Extremereignissen auch Fragen nach der anthropogenen Verantwortung diskutiert.

Mit der Richtlinie 2007/60/EG über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken hat die Europäische Union einen rechtlich verbindlichen Rahmen für die Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen (HWRMP) geschaffen. Mittels dieser fortzuschreibenden Pläne sollen Anpassungsmaßnahmen und zukünftige Entwicklungen so umgesetzt werden, dass das Schadenspotential auftretender Hochwasserereignisse sukzessive minimiert wird.

Dabei stehen keineswegs nur Ausbau- und Ertüchtigungsmaßnahmen des technischen Hochwasserschutzes im Mittelpunkt der Anpassungsstrategien, sondern auch landschaftsplanerische und raumstrukturelle Anpassungen. Durch das zunehmende Umweltbewusstsein der Gesellschaft und das Interesse an einer nachhaltigen und vielfältigen Umwelt treten hinsichtlich der Anpassungsreaktionen auf wiederkehrende Hochwasserereignisse auch ökologische Gesichtspunkte in den Vordergrund. Die Entwicklung geht weg von teilweise kanalartig ausgebauten Gewässern, hin zu ihren ursprünglichen Formen und ist in der seit dem Jahr 2000 verabschiedeten Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) der Europäischen Gemeinschaft verankert. Die europäische WRRL verfolgt das Ziel, einen ökologisch und chemisch guten Zustand aller Wasserkörper herzustellen. Dem natürlichen Rückhalt kommt eine stärkere Bedeutung zu. Dieser stellt neben der Hochwasservorsorge und dem technischen Hochwasserschutz ein wesentliches Handlungsfeld im modernen und nachhaltigen Hochwasserschutz im Freistaat Sachsen dar.

In der Folge des Hochwasserereignisses vom August 2010 wurde zur Unterstützung von Anpassungsmaßnahmen seitens der Gemeinde Cunewalde ein Hochwasserrisikomanagementplan beauftragt, welcher Maßnahmen zur Vermeidung von, zur Vorbereitung auf und zum Umgang mit zukünftigen Hochwassersituationen ausweist. Wesentliches Element dieser Planung ist die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten, mit welchen jene Gebiete ausgewiesen werden sollen, die durch entsprechende Hochwasserereignisse betroffen sind.

Bei allen auszuführenden Maßnahmen am Cunewalder Wasser ist die zuvor genannte WRRL zu beachten. Gemäß Schreiben der unteren Wasserbehörde des Landkreises Bautzen gehört das Cunewalder Wasser zu dem Fließgewässer Typ 5: *Grobmaterialreiche, silikatische Mittelgebirgsbäche*. Mit der Berücksichtigung der Informationen des Steckbriefes Fließgewässer Typ 5 des Umweltbundesamtes können Planer bei der Umsetzung von einzelnen Maßnahmen aus dem Risikomanagementplan gezielt dazu beitragen, die Ziele der WRRL zu erreichen. Zum Beispiel der Rückbau/Umbau von Querbauwerken ist ein geeignetes Mittel, um die ökologische Durchgängigkeit und die Gewässerstruktur zu verbessern.

Zur fundierten Empfehlung von präventiven Maßnahmen im Rahmen der Hochwasserrisiko-Managementplanung zwecks Anpassung der Gebiets- und Infrastrukturen in der Gemeinde Cunewalde an wiederkehrende Hochwasserereignisse war es als grundlegende Basisarbeit nötig, die Wasserabflussmengen quantitativ zu ermitteln, welche im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers entstehen können und im Ereignisfall den Gewässerschlauch passieren.

Beim Eintreten extremer Niederschlagsereignisse müssen die teilweise sehr großen Volumina möglichst schadlos oder schadgemindert abgeführt werden und im besten Fall auch bereits vor der Kumulation im Flussschlauch gedämpft werden. Dazu ist die Kenntnis realistisch angesetzter oder vorzugsweise empirisch gemessener Abflussmengen für unterschiedlich häufig wiederkehrende Hochwasserereignisse des betrachteten Einzugsgebietes nötig. Für das Gewässer II. Ordnung „Cunewalder Wasser“ existierten diese Daten bisher nicht.

Die Niederschlags-Abfluss-Modellierung ist ein bewährtes Instrument, um gebietsspezifisch abfließenden Niederschlagsmengen für Hochwasserszenarien unterschiedlicher Wiederkehrwahrscheinlichkeit zu modellieren und abzuschätzen. Dabei sind die Modelle auf möglichst detaillierte Informationen zu den räumlichen Charakteristika (Topographie, Landnutzung, Bodenverhältnisse) sowie zu den meteorologischen Charakteristika (Niederschlag, Temperatur, Globalstrahlung, Wind, etc.) angewiesen. Je genauer diese Parameter für das betrachtete Gebiet zu spezifizieren sind, desto präziser kann das gebietsspezifische Abflussverhalten vorhergesagt werden. Zu diesem Zweck müssen auch viele Parameter innerhalb der Vorhersagemodelle durch eichen und kalibrieren des Modells speziell auf die gegebenen Verhältnisse innerhalb des Einzugsgebietes hin angepasst werden.

Für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers ergaben sich insbesondere bei der Parametrisierung als auch hinsichtlich der Kalibrierung des Niederschlags-Abfluss-Modells aus der Datenlage heraus verschiedene objektive Einschränkungen, welche in den folgenden Abschnitten jeweils näher dargestellt und diskutiert werden.

Anhand des Niederschlags-Abfluss-Modells sollten für vorbestimmte Jährlichkeiten und den zugehörigen Bemessungsniederschlägen die Abflussspenden der morphologisch bedingten Teileinzugsgebiete des Cunewalder Wassers bestimmt und die bei den ausgewählten Hochwasserereignissen auftretenden Durchflüsse an markanten Stationen ermittelt werden.

Für folgende Wiederkehrintervalle sollten gemäß Aufgabenstellung und weiteren Abstimmungen mit den Behörden der Abfluss und die Wasserspiegellage im Cunewalder Wasser bestimmt werden:

Hochwasserereignis mit geringem Wiederkehrintervall: HQ 200	(T = 200 Jahre)
Hochwasserereignis mit mittlerem Wiederkehrintervall: HQ 100	(T = 100 Jahre)
Hochwasserereignis mit hohem Wiederkehrintervall: HQ 5	(T = 5 Jahre)

Die hydrologische Modellierung erfolgt mit dem deterministischen flächendifferenzierten Modell WaSiM-ETH der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, das in Kap. 3.2.1 näher beschrieben wird.

b) Hydrologische Situation

Das Gebiet umfasst das Cunewalder Tal zwischen den Höhenzügen der Berge „Czorneboh“ und „Bieleboh“. Die dominierenden Landnutzungsformen sind Landwirtschaft und Forstwirtschaft. Der ehemalige Auenbereich der Talsohle ist heute nahezu vollständig mit dem Siedlungsbereich überbaut und z.T. mit künstlich eingebrachten Sedimenten aufgefüllt.

Das Niederschlags-Abflussverhalten des natürlichen Einzugsgebietes des Cunewalder Wassers ist von der relativ hohen Reliefenergie und den überwiegend infiltrationsfähigen Böden geprägt. Eine Reihe künstlich angelegter Teiche kann in sehr begrenztem Maße als Retentions- und Speicherraum wirken, wenn entsprechend angepasste Bewirtschaftungsregime etabliert und kontinuierlich umgesetzt werden.

Die Abflusskonzentration der seitlichen Nebengewässer erfolgt aufgrund der hohen Reliefenergie relativ rasch, mit schnell ansteigenden Abflussspenden.

Im Einzugsgebiet herrschen Schluffe, Sande und lehmige Sande vor; entlang des Gewässers finden sich Auenböden, welche jedoch häufig durch bindige Substrate anthropogenen Ursprungs überdeckt sind. Im Siedlungsbereich dominieren herkömmlich versiegelte Flächen (Asphalt, Pflaster, bindige Substrate).

c) Datensituation

Wie in Kap. 3.2.1 dargestellt, werden zur Modellierung der Niederschlags-Abfluss-Verhältnisse im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers verschiedene räumlich und zeitlich aufgelöste Eingangsparameter benötigt. Als räumlich aufgelöste Eingangsdaten gingen in das Modell ein:

- Digitales Gelände- und Höhenmodell (DGM25) mit 20m x 20m Gitterweite.
- Landnutzungsdaten, welche aus den ATKIS-Daten des Landesvermessungsamtes (GeoSN) generiert und entsprechend der DGM-Rastergröße gerastert wurden.
- Bodendaten, welche aus der digitalen BK50 des LfULG extrahiert und ebenfalls im 20m x 20m Raster gerastert wurden.

Für die hydrologische Modellierung mit den in Kap. 3.2.1 beschriebenen Berechnungsansätzen werden Zeitreihen folgender meteorologischer Größen benötigt.

Die zeitlich aufgelösten Daten bestanden im Wesentlichen aus den Zeitreihen für:

- Niederschlag [mm]
- Temperatur [°C]
- Relative Luftfeuchte [-]
- Windgeschwindigkeit [m/s]
- Globalstrahlung [Wh/m²]

Diese Daten wurden aus den Angaben der drei jeweils nächstgelegenen agrarmeteorologischen Messstationen des LfULG (Pommritz, Helmsdorf und Eibau) für den Betrachtungszeitraum interpoliert. Die notwendige zeitliche Auflösung der meteorologischen Daten hängt von der Fragestellung und der Gebietsgröße ab. Um der hohen Abflussbildungsdynamik bei Starkregenereignissen Rechnung zu tragen, werden die Simulationen in der vorliegenden Arbeit mit stündlichen Werten durchgeführt.

Wesentliche, im Rahmen der Erstellung des HWRMP Cunewalder Wasser nicht zu lösende Defizite hinsichtlich der Situation der Ausgangsdaten bestanden in folgenden Problemen:

- Aus dem Einzugsgebiet selbst oder der nahen Umgebung standen keine meteorologischen Messdaten zur Verfügung, obwohl dies für das N-A-Modell programmtechnisch erforderlich gewesen wäre.
- Die räumlichen Daten lagen in unterschiedlichen Bezugssystemen vor (teils im 4. und teils im 5. Meridian), was bereinigt werden konnte.
- Im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers existieren keine Pegelmesseinrichtungen, wodurch eine darauf bezogene Kalibrierung nicht stattfinden konnte.

d) Niederschlag

Das Niederschlags-Abfluss-Modell sollte gemäß Aufgabenstellung dazu dienen, die gebietsspezifischen Abflussspenden für ausgewählte Bemessungsniederschläge zu ermitteln. Die Betrachtung des Niederschlages beruht daher auf zwei grundsätzlichen Überlegungen:

Erstens sind auch extreme Niederschlagsereignisse immer in ein natürliches Niederschlagsregime eingebettet. Häufig führen insbesondere die meteorologischen Verhältnisse vor dem eigentlichen Extremereignis dazu, dass markante Gebietsabflüsse erreicht werden.

Die betrifft insbesondere das komplexe Zusammenwirken unterschiedlicher Prozesse, wie beispielsweise die Füllung bzw. das Entleeren der Bodenwasserspeicher, die hydraulische Leitfähigkeit des Bodens aufgrund seiner Bodenfeuchte und die in das Modell eingehende Sättigung der Makroporen der Bodensäule zu Beginn eines Extremereignisses. Auch diese Prozesse haben entscheidenden Einfluss auf den modellierten Gebietsabfluss.

Im vorliegenden Modell wurden die zu berücksichtigenden Bemessungsniederschläge in die Niederschlagsganglinie für den Monat August 2010 integriert. Da innerhalb des Einzugsgebietes des Cunewalder Wassers keine meteorologischen Aufzeichnungen stattfinden, mussten die Gebietsdaten aus den entsprechenden Aufzeichnungen der weiter entfernten agrarmeteorologischen Stationen Pommritz, Eibau und Helmsdorf räumlich interpoliert werden.

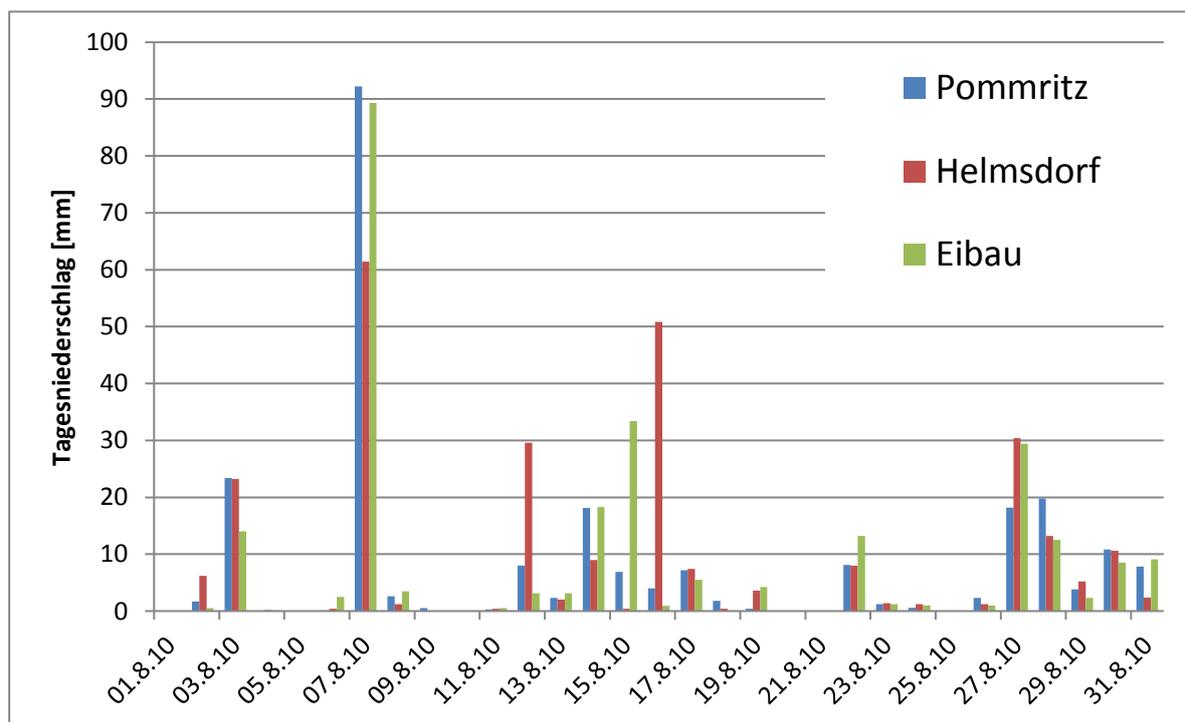


Abbildung 2 Tagesniederschläge agrarmeteorol. Stationen Pommritz, Helmsdorf und Eibau.

Zweitens basierte die Modellierung der Niederschlags-Abfluss-Verhältnisse auf konstruierten Regenereignissen mit ausgewählter Jährlichkeit und dazugehöriger Niederschlagsintensität. Die maßgeblichen Bemessungsniederschläge zur Konstruktion des Regenereignisses für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers wurden dem KOSTRA-Atlas entnommen. Betrachtet wurden gemäß Festlegung das 5-jährliche, das 100-jährliche sowie das 200-jährliche Niederschlagsereignis. Da die amtlichen KOSTRA-Daten keine entsprechenden Niederschlagsmengen für ein 200-jähriges Niederschlagsereignis enthalten, wurden diese Werte aus den bestehenden Daten extrapoliert.

Die Verteilung der im KOSTRA-Atlas angegebenen Niederschlagsmengen entspricht mit sehr hoher Anpassung ($r = 0.999$) einer logarithmischen Exponentialfunktion. Diese Exponentialfunktion wurde für jede Klasse der im KOSTRA-Atlas angegebenen Niederschlagsdauer einzeln angepasst, um die spezifischen Funktionswerte zu ermitteln.

Nachfolgend wurde mit diesen Funktionswerten die Niederschlagssumme für das 200-jährige Niederschlagsereignis hilfsweise berechnet.

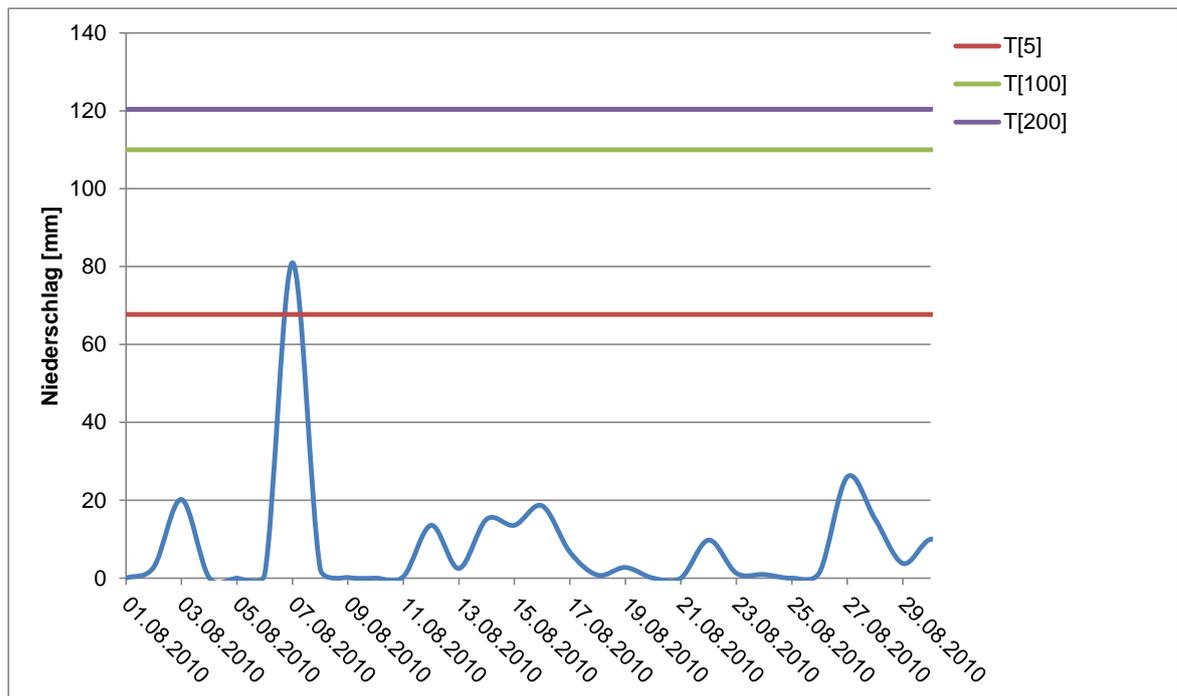


Abbildung 3 Gemittelte Niederschlagssumme der agrarmeteorologischen Stationen

Verglichen wurden die Stationen Pommritz, Helmsdorf und Eibau (dunkelblaue Linie) in Gegenüberstellung zu den Niederschlagsgrenzen für ein 5-, 100- bzw. 200-jähriges Niederschlagsereignis (24 Stunden-Regen).

Für die Festlegung der *maßgebenden* Niederschlagsdauer zur Berechnung der Niederschlags-Abfluss-Verhältnisse wurde nach umfangreichen Untersuchungen ein 24 Stunden andauerndes Regenereignis mit mittlenbetonter Verteilung angesetzt. Das resultierte als Ergebnis aus der Summe folgender Randbedingungen und Analysen:

- Die Rahmenparameter des N-A-Modelles beinhalten als kleinsten auflösbaren Zeitschritt eine Stunde. Niederschlagsereignisse unterhalb einer Stunde ließen sich daher nicht mehr in Ganglinien auflösen. Alle Niederschlagsereignisse mit einer Dauer von weniger als einer Stunde sind daher nicht berücksichtigt.
- Für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers existieren weder Pegelaufzeichnungen noch -stationen, welche die erforderliche räumliche und zeitliche Differenzierung von Niederschlagsereignissen innerhalb des Einzugsgebietes zuließen. Daher konnte bei der Modellbildung grundsätzlich nur mit Gleichverteilung der meteorologischen Parameter über das Einzugsgebiet gearbeitet werden und eine räumliche Interpolation der Niederschlagsdaten fand nicht statt. Andererseits ist das Einzugsgebiet gegenüber anderen Flussgebietsuntersuchungen so klein, dass dieser Nachteil nicht beherrschend wird. Dennoch aber traten bei der Berechnung wegen der fehlenden Pegeldaten Inkonsistenzen innerhalb der zu betrachtenden meteorologischen Szenarien auf, welche aus der natürlicherweise auftretenden Variabilität hinsichtlich der Geländehöhe sowie der Inklination der Geländeoberfläche resultieren.

- Im Allgemeinen sind Regenereignisse nicht gleichmäßig über die Fläche eines großen Einzugsgebietes verteilt. Das kleine Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers weist mit ca. 32 km² aber nur vergleichsweise geringe Flächenausdehnung auf. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die räumlich-zeitliche Variabilität der Niederschlagsverteilung mit *abnehmender* Dauer des Niederschlagsereignisses zunimmt, ohne dass die genaue zeitliche Grenze, ab der ein Niederschlagsereignis als gleichverteilter Gebietsniederschlag angesprochen werden kann, bekannt ist.
- Aufgrund der logarithmischen Verteilung der Bemessungsniederschläge gemäß des KOSTRA-Atlas sind insbesondere die kurzzeitigen Niederschläge durch vergleichsweise hohe Intensitäten und daraus folgend durch hohe Abflussspenden gekennzeichnet. Die Gleichsetzung eines solchen Niederschlagsereignisses mit einem gleichverteilten Gebietsniederschlag führt schon aus mathematischen Gründen zu einer erheblichen Überschätzung der modellierten gegenüber den real auftretenden Abflüsse der Teileinzugsgebiete.
- Als Bemessungsgrundlage für die Modellierung des zu erwartenden Gebietsabflusses ist daher ein Niederschlagsereignis zu wählen gewesen, dessen Dauer alle, aufgrund der gegebenen Rahmenbedingungen, nicht auflösbaren zeitlichen Inkonsistenzen überdeckt und welches somit zu realistischen Ergebnissen führt. Aus den bisher genannten Gründen kann dieses Niederschlagsereignis nur innerhalb einer zeitlichen Intensität liegen, in welcher ein gebietsweiser gleichförmiger Verlauf und eine vollständige Überdeckung des Einzugsgebietes als wahrscheinlich anzunehmen sind.
- Längere Regenereignisse wirken sich gegenüber kurzen intensiven Ereignissen dämpfend auf das Auftreten von steilen Abflussmaxima aus. Damit werden die bodenbürtigen abflussrelevanten Prozesse innerhalb der Teileinzugsgebiete gleichförmiger und die zeitliche Verschiebung parallel ablaufender Abflussprozesse zwischen den einzelnen Teileinzugsgebieten werden im Kontext des gesamten Abflussgeschehens nivelliert.
- Die der hydrologischen und hydraulischen Modellierung inhärenten Probleme, welche aus der speziellen Gebietscharakteristik resultieren, lassen sich aufgrund fehlender anderweitiger Möglichkeiten nur durch einen Kompromiss bei der Zurücknahme interner Laufzeiten des abfließenden Wassers überwinden. Die Problematik besteht - wie oben beschrieben - in dem Umstand, dass innerhalb des Einzugsgebietes keine Pegelmessstellen zur Justierung der Modellparameter vorhanden sind. Die Messwertedifferenz zwischen den entfernten (Spree!) -Pegeln Schirgiswalde und Weite Bleiche Bautzen sowie wegen des zwischen den Pegeln einmündenden Zuflusses aus dem Einzugsgebiet „Butterwasser“ verhinderte eine brauchbare Heranziehung dieser externen Pegelmessungen.

In Abwägung aller Probleme bei den vorhandenen Datengrundlagen war folglich für die Modellierung eine Niederschlagsintensität (Niederschlagsdauer) zu wählen, welche der eingeschränkten Datenlage und den Gegebenheiten des Einzugsgebietes soweit entspricht, dass wahrscheinliche und mit den wenigen vorhandenen Erfahrungen in Übereinstimmung zu bringende Ergebnisse erzielt werden. Wie in Abschnitt 3.2.2 ermittelt, traf dies am besten für ein Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 24 Stunden zu und wurde der Modellierung der Niederschlags-Abfluss-Verhältnisse zugrunde gelegt.

Folgende Tabelle zeigt einen Auszug der Starkniederschlagstabelle für die betrachteten Niederschlagsdauern und Jährlichkeit entsprechend des KOSTRA-Atlas (mit Ergänzung durch

Extrapolation für Regenereignisse mit 200-jährigem Wiederkehrintervall). Die Gemeinde Cunewalde befindet sich im Raum Bautzen / Schirgiswalde, Rasterfeld Spalte 72, Zeile 53.

Tabelle 1: Auszug der Starkniederschlagstabelle nach KOSTRA für die Gemeinde Cunewalde

T [a]	T[5]	T[100]	T[200]
D[h]	h _N [mm]	h _N [mm]	h _N [mm]
12	50,5	85,0	93,0
18	59,1	97,5	106,4
24	67,7	110,0	119,8
48	84,7	140,0	152,8

Der Niederschlag nach KOSTRA-Atlas wird durch den empfohlenen Niederschlagsverlauf mit nicht konstanter Intensität nach DVWK-Regel 113 über die entsprechenden Niederschlagsdauern verteilt. Im Ergebnis erhält man einen mittenbetonten Niederschlag, der im Fall des 24 h - Regenereignisses etwa nach 11 h sein Maximum erreicht. In folgender Abbildung ist die normierte Niederschlagsverteilung für die modellierten Niederschlagsereignisse dargestellt.

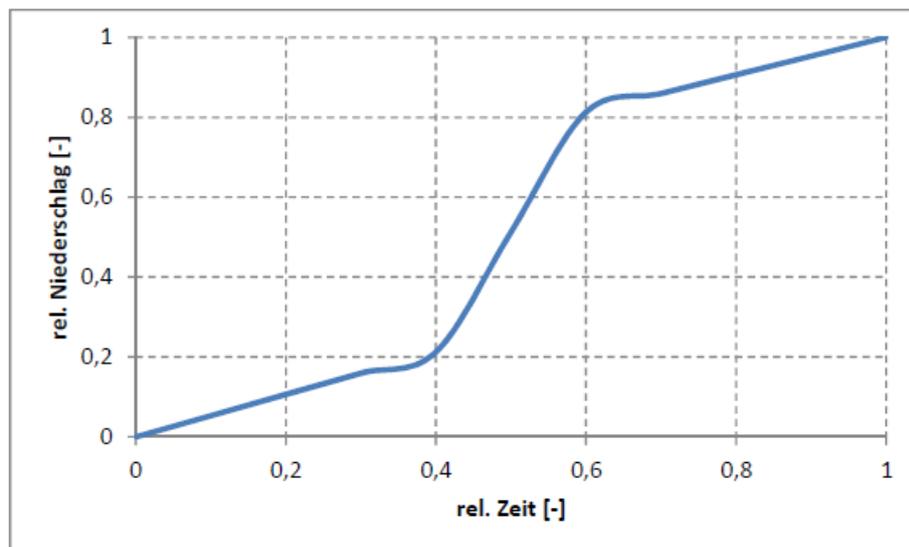


Abbildung 4 Niederschlagsverteilung eines mittenzentrierten Niederschlagsereignisses

e) Weitere meteorologische Parameter

Neben dem Niederschlag gingen als weitere meteorologische Parameter die Lufttemperatur, die Windgeschwindigkeit, die relative Luftfeuchte sowie die mittlere Globalstrahlung in die Modellierung ein. Die Parameter wurden analog zu den Niederschlagswerten für den Monat August 2010 aus Aufzeichnungen der genannten agrarmeteorologischen Stationen des LfULG entnommen und räumlich interpoliert.

Eine Anpassung der meteorologischen Eingangsparameter erfolgte lediglich für die Angaben zur Luftfeuchte, welche für die Dauer des modellierten Regenereignisses auf 100% gesetzt

wurde, sowie für die Werte der Globalstrahlung, welche entsprechend der natürlicherweise auftretenden Werte (aus aufgezeichneten Regenereignissen) für die Dauer der modellierten Niederschlagsereignisse korrigiert wurden.

f) Räumliche Daten

Alle räumlichen Daten wurden für die Modellierung mit WaSiM-ETH als Rasterdaten (Grids) in einheitlicher Größe und Auflösung bereitgestellt. Als Datenformat dient das ASCII-Export-Format für Grids des Geographischen Informationssystems ARC/INFO. Notwendige räumliche Daten für Simulationen mit WaSiM-ETH sind digitale Daten zu Topographie, Landnutzung und Bodenarten im Einzugsgebiet.

Zur Charakterisierung der Topographie sowie daraus abgeleiteter Größen wie Hangneigung, Exposition, Einzugsgebietsgrenzen oder Fließzeiten wurde das Digitale Höhenmodell des Landesvermessungsamtes des Freistaates Sachsen DGM25 verwendet, welches in Form von Rasterdaten mit einer Gitterweite von 20 m x 20 m bereitgestellt wurde.

Die Daten zur Landnutzung und zu den Bodenarten werden zu Beginn des Modelllaufs mit Tabellenwerten zu jeder Landnutzungs- bzw. Bodenart verknüpft. Hierbei können entweder die vorgegebenen Werte und Nutzungs- bzw. Bodenartenklassen verwendet oder eigene Daten in die beliebig erweiterbaren Tabellen eingefügt werden.

Alle im Modell genutzten Informationen über die Landnutzung stammen aus dem Datensatz des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) des Freistaates Sachsen. Die im ATKIS-Datensatz aufgelösten Landnutzungseinheiten wurden zu 6 Klassen zusammengefasst und innerhalb der Steuerdatei von WaSiM-ETH entsprechend parametrisiert.

Als Datengrundlage für die *Böden* im Einzugsgebiet dient die Digitale Bodenübersichtskarte BK 50 des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaften und Geologie. Diese enthält Informationen zu vorherrschenden Bodentypen, Bodenarten sowie verschiedenen hydrologischen Parametern. Für die Übernahme der Daten des Bodenformeninventars in das WaSiM-ETH-Modell wurden die Bodenhorizonte in Abhängigkeit von der Heterogenität und den Horizontmächtigkeiten in drei Horizonte pro Boden aggregiert. Der WaSiM-ETH-Modellansatz der ungesättigten Zone verlangt außerdem als untere Randbedingung den Grundwasserstand. Deshalb muss durch eine ausreichende Mächtigkeit gewährleistet sein, dass das Grundwasser zumindest die unterste Modellschicht der ungesättigten Zone erreicht.

Die flächenhaften Gebietseigenschaften beschreiben in Abgrenzung zum Gewässernetz sämtliche physiographischen Faktoren, die die Abflussbildung beeinflussen. Zu diesen Eigenschaften zählen auch anthropogene Eingriffe wie Flurbereinigung oder Urbanisierung sowie gezielte Einflussnahmen zur Verminderung und Verzögerung der Abflussbildung bei Hochwasser, auch wenn sie linienhafte Landschaftselemente wie Straßen oder Feldraine betreffen. Im Allgemeinen gilt für die flächenhaften Gebietseigenschaften folgender Zusammenhang (Dyck, 1997; Koehler, 1996):

- Mit zunehmender Größe/Jährlichkeit des Niederschlagsereignisses nimmt der Einfluss der flächenhaften Gebietseigenschaften ab.
- Mit zunehmender Einzugsgebietsgröße tritt der Einfluss der flächenhaften Gebietseigenschaften gegenüber den Eigenschaften des Gewässernetzes in den Hintergrund.

Für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers bedeutet dies, dass die flächenhaften Gebietseigenschaften einen relevanten messbaren Einfluss auf den Wasserrückhalt bei Ereignissen mit kürzerem Wiederkehrintervall haben, während der Einfluss mit zunehmendem HQ(T) abnimmt.

3.1.2 Vorhandene Entnahmen und Einleitungen und ihre Bewertung hinsichtlich Hochwasser

In Bezug auf die diskutierten Hochwasserereignisse sind keine wesentlichen Entnahmen von Oberflächenwasser bekannt.

Ebenso werden punktuell keine größeren Mengen an Niederschlagswasser eingeleitet. Die Einleitung von Niederschlagswasser aus der Entwässerung versiegelter Flächen (z.B. Gewerbegebiete) erfolgt an verschiedenen Stellen verteilt entlang des Cunewalder Wassers. Eine bewusste Zwischenspeicherung der abfließenden Niederschlagsmengen erfolgt nicht, weswegen das für die Modellierung nicht relevant wird.

3.1.3 Empfehlungen zur weiteren Untersetzung der hydrologischen Grundlagen

Zur Absicherung der hydrologischen Datengrundlagen sowie zur Kalibrierung des Niederschlags-Abfluss-Modells sollte das Cunewalder Wasser bis zu einer künftigen Fortschreibung des Hochwasserrisikomanagementplanes mit einem Pegelmessort ausgestattet werden und/oder das Abflussverhalten des Gewässers bei verschiedenen verifizierbaren Ereignissen durch Messkampagnen charakterisiert werden.

3.2 Niederschlags-Abfluss-Modellierung

3.2.1 Beschreibung des verwendeten Modells

In dieser Arbeit wird das Wasserhaushaltsmodell WaSiM-ETH mit dem Richards-Modell eingesetzt. Es ist ein deterministisches, flächendifferenziert arbeitendes, hydrologisches Einzugsgebietsmodell. WaSiM-ETH wurde 1997 von Jörg Schulla an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich entwickelt. Es ist modular aufgebaut und arbeitet sowohl mit physikalischen, wie auch mit konzeptionellen Ansätzen.

Das Modell kann als vernünftiger Kompromiss zwischen ausreichenden physikalischen Grundlagen der verwendeten Modellansätze einerseits und minimalen Datenanforderungen andererseits betrachtet werden (Schulla und Jasper, 2007; Schulla, 1997).

WaSiM-ETH ist in der Lage, für bestimmte Einzelereignisse, aber auch über lange Zeiträume verschiedene hydrologische Problemstellungen über verschiedene Skalen hinweg zu simulieren. Im Freistaat Sachsen wurde das Modell beispielsweise im Rahmen des Projektes KLIWES des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaften und Geologie eingesetzt.

WaSiM-ETH ist in zwei Modellversionen verfügbar. Eine der Modellversionen (WaSiM-ETH II) verwendet den Topmodellansatz, d.h. einer auf dem Konzept variabler Sättigungsflächen beruhenden Modellvorstellung. Die im Rahmen der hier durchgeführten Modellierung benutzte, mehr konzeptionell ausgerichtete Version „WaSiM-ETH I“ rechnet mit Bodenwasserströmungen auf der Grundlage der Potentialgradienten und auf den detaillierten bodenphysikalischen Eigenschaften basierenden Ansatz von Richards.

Den Modellinput bilden neben dem Niederschlag auch die Globalstrahlung, die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Windgeschwindigkeit sowie die Gebietsgröße.

Auf Grundlage der Zeitreihen lassen sich mit Hilfe physikalischer und mathematischer Ansätze sämtliche hydrologischen Prozesse nachbilden. Das zu modellierende Einzugsgebiet wird in ein regelmäßiges Gitternetz (Grid) gleicher Kantenlänge eingeteilt. Im vorliegenden Modell musste basierend auf dem Digitalen Höhenmodell des Freistaates Sachsen mit einer Gitterweite von 20m x 20m gearbeitet werden. Die aus der Datenlage erzwungene Auflösung erschien zunächst zu grob. Bei einer Konsultation der ETH Zürich wurde auf die einschlägigen Untersuchungen von SCHULLA (1997) verwiesen, die gezeigt hatten, dass unterhalb einer Auflösung von 100 Metern die Genauigkeit der Abflussermittlung nur noch marginal zunimmt und es deshalb einer feineren Auflösung *bei ausreichend großen Einzugsgebieten* nicht zwingend bedarf. Die Benutzung des DGM25 für die Niederschlags-Abfluss-Berechnungen war somit im vorliegenden Falle noch möglich und ohne Alternative.

Lediglich die Verwendung des gleichen Modellgitters bei der *grafischen* Darstellung von flächenhaften Hochwasserausbreitungen in der Ortslage Cunewalde erwies sich ohne Nachbearbeitung als zu grobmaschig (vergl. Abb. 19), was nur durch aufwendige manuelle Verfeinerungen an Hand der staatlichen topografischen Karten weitgehend ausgeglichen werden konnte. Die letztlich erzielte Genauigkeit der *grafischen* Darstellung in den Kartenanlagen der HWRMP entspricht somit der Auflösung des unterlegten topografischen Kartenwerkes vom Maßstab 1:10.000, wodurch die Vorgabe der Aufgabenstellung noch erfüllt werden konnte.

Die vorgenommene Aufteilung des betrachteten Gebietes in Form von Rasterdaten stellt im Übrigen eine optimale Grundlage zum späteren Datenaustausch mit anderen Programmen dar. Vorteilhaft wirkte sich als Nebeneffekt die Verwendung des DGM25 auf die beanspruchten Rechnerressourcen aus, weil überlange Rechenzeiten oder gar Programmabbrüche wie bei Verarbeitung engerer Rasterungen nicht verzeichnet werden mussten.

Bei der Darstellung der vom Boden ausgehenden Transpiration kann die reale Verdunstung an Hand der Saugspannung des Bodens gegenüber der potentiellen Verdunstung reduziert werden. Der Feuchtegehalt des Bodens wird dabei mit berücksichtigt.

Die horizontale Grundwasserströmung wird mit einem räumlich differenzierten Grundwassermodell berechnet, welches auf der Kontinuitätsgleichung und der Darcy-Gleichung beruht. Für die Berücksichtigung von Seen gibt es ein spezielles Modul, über das zahlreiche Wasserhaushaltsgrößen, wie Wasserstand, Speichervolumen, Zu- und Abflüsse ausgegeben werden.

Alle Prozesse werden vertikal in jedem Grid berechnet und lateral an die angrenzenden Zellen übergeben. Die gewählte Rastergröße nimmt einen entscheidenden Einfluss auf die Genauigkeit der Ergebnisse und auf die Rechengeschwindigkeit. Ausgehend von einer Steuerdatei werden bei der Anwendung des Programms die Teilmodelle aufgerufen. Der Nutzer kann entsprechend seiner Zielstellung und der vorhandenen Daten entscheiden, welche Teilmodelle durchlaufen werden. Entstehender Oberflächenabfluss wird über ein Fließzeitschema der Vorflut zugeführt. Die Abflusskonzentration wird bis zu jedem Teileinzugsgebietsauslass für Basis-, Zwischen- und Oberflächenabfluss getrennt durchgeführt und erfolgt über Einzellinearspeicher mit einer jeweils vorgegebenen Speicherkonstante.

Das Abflussrouting wird auf der Grundlage der kinematischen Wellengleichung bis zum Gebietsauslass berechnet. Die Retentionswirkung des Gewässers und der Vorländer wird dabei durch zwei Einzellinearspeicher dargestellt. Die generierten Abflüsse werden auf der Grundlage von Teileinzugsgebieten abgebildet (SCHULLA (1998), Modellbeschreibung WaSiM-ETH).

3.2.2 Aufstellung des Modells

Die Dokumentation der Modellaufstellung zur Ermittlung der Abflusswerte für die einzelnen Teileinzugsgebiete des Cunewalder Wassers ist mit der Steuerdatei in ANHANG 2 der Unterlage beigefügt.

Um diejenige Niederschlagsintensität zu ermitteln, welche zu einem *maximalen* Gebietsabfluss führt, wurden im ersten Schritt die HQ₁₀₀-Bemessungsniederschläge für verschiedene zeitliche Intensitäten modelliert. Die Tabelle 2 zeigt für die Gemeinde Cunewalde (KOSTRA-DWD, Raum Bautzen/Schirgiswalde, Rasterfeld Spalte 72; Zeile 53) die Abflusswerte ab 1 h aufsteigend.

Tabelle 2: Starkniederschläge nach KOSTRA-DWD und resultierenden Abflussspitzen

Niederschlagsintensität (Zeit) [h]	Niederschlagshöhe laut KOSTRA für T=100 [mm]	ergibt Gesamtabflüsse HQ ₁₀₀ ohne zeitliche Faktoren: [m³/s]
1	52,0	42,33
1,5	56,3	43,21
2	59,5	37,87
3	64,5	47,91
4	68,3	39,26
6	74,0	38,20
9	80,2	36,24
12	85,0	39,19
18	97,5	36,44
24	110,0	35,06
48	140,0	26,44
72	155,0	21,05

Zur Ermittlung der Abflusswerte dienten - wie beschrieben in Ermangelung von jeglichen Messreihen - die DWD-Niederschlagsdaten als gleichförmiges gebietsweites Ereignis. Das Ergebnis dieser überschläglichen Betrachtung ergibt keine eindeutig zuordenbaren maximalen Gebietsabflüsse. Grundsätzlich sind bei geringeren Niederschlagsintensitäten höhere Gebietsabflüsse zu beobachten.

In Tabelle zeigt sich ein unwesentliches Maximum des Gesamtabflusses Cunewalder Wasser vorgeblich bei einem Regenereignis von 3-stündiger Dauer. Als problematisch ist jedoch anzusehen, dass dieser Niederschlag aufgrund fehlender räumlicher Daten (vergl. Abschnitt 3.1.1.d) als gleichförmiges Ereignis für das gesamte Einzugsgebiet modelliert werden musste. Dieser absolut nivellierende Modellierungsansatz weicht vom natürlichen Verhalten eines derartigen Niederschlagsereignisses ab, woraus zwingend zu schlussfolgern ist, dass die Abflusswerte für die Ereignisse mit kürzeren Dauern [h] bezüglich Realitätsnähe überschätzt werden.

Die Übertragung des Ansatzes zur Ermittlung des maximalen Abflusses für Ingenieurbauwerke auf die Verhältnisse des Gebietswasserhaushaltes ist auch insofern problematisch, dass die niedergehenden Regenmengen pro Zeiteinheit für die unterschiedlichen Niederschlagsintensitäten nicht gleich sind, sondern mit zunehmender Länge des Niederschlagsereignisses geringer werden. Parallel nimmt jedoch auch die Gleichförmigkeit des Ereignisses bezogen auf das Gesamteinzugsgebiet deutlich ab, d.h. die Ereignisse werden punktueller. Die Abbildung 5 stellt die auf 1h normierten Bemessungsniederschläge des KOSTRA-Atlas in Beziehung zu den jeweils resultierenden Abflüssen dar (vergl. Tab. 2). Die Beziehung entspricht einer logistischen Wachstumsfunktion, deren Wendepunkt etwa bei einer Niederschlagsintensität von 12 h liegt.

Es wird deutlich, dass das Abflussverhalten bezogen auf die Niederschlagsintensität in zwei Bereiche mit unterschiedlichen statistischen Zusammenhängen zerfällt.

Der *erste Bereich* mit exponentieller Zunahme des Abflusses umfasst Niederschlagsereignisse zwischen 72 h und 12 h. Diese Ereignisse zeichnen sich durch längere Dauer, aber, relativ betrachtet, geringeren Niederschlagsmengen pro Zeiteinheit aus. Dieser Bereich ist charakterisiert durch einen signifikanten linearen Zusammenhang zwischen der Dauer des Niederschlagsereignisses und dem resultierenden Abfluss.

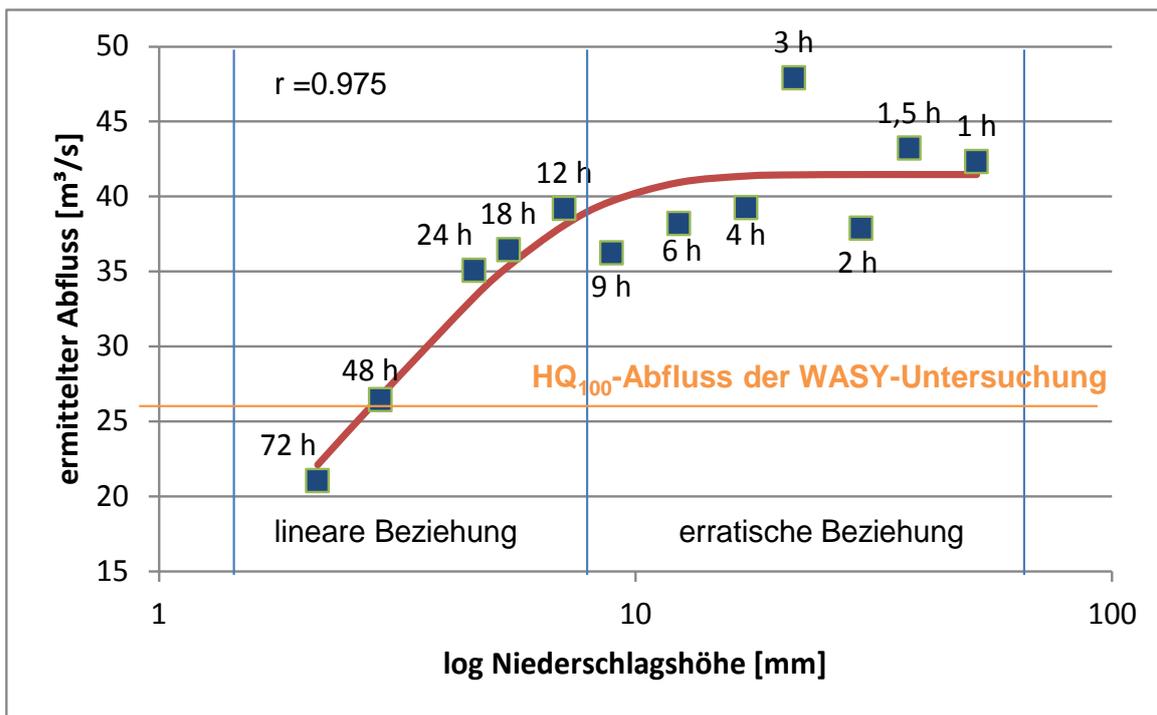


Abbildung 5 Beziehung zwischen Niederschlagshöhe und Abfluss bei HQ100

Die Höhen der Bemessungsniederschläge entsprechen den Werten aus Tabelle 2 mit Normierung auf 1 Stunde.

Der *zweite Bereich* umfasst Niederschlagsintensitäten zwischen 1 h und 9 h. Insbesondere im Bereich der kurzzeitigen Niederschläge mit höheren Niederschlagsmengen ist keine systematische Beziehung zu den ermittelten Abflussmengen zu erkennen. Die Niederschläge mit den mittleren Intensitäten 4 h bis 9 h ergaben Abflüsse, welche ungefähr mit den Niederschlagsintensitäten von 12 h bis 24 h vergleichbar waren.

Für die Auswahl des dem N-A-Modell zugrundeliegenden Niederschlagsereignisses bedeutet dies, dass Niederschlagsereignisse zwischen 1 h und 4 h offensichtlich zu keinen belastbaren Ergebnissen führen können, sondern lediglich die Niederschlagsintensitäten aus dem **linearen Bereich** in Betracht kommen.

Als weiterer Prüfstein zur Festlegung des realitätsbezogensten Niederschlagsereignisses wurde der Schnittpunkt des für ein HQ₁₀₀ ermittelten Abflusses der Studie „Vervollständigung der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten an Gewässern 2. Ordnung, Teil A: Butterwasser, Cunewalder Wasser und Sohlander Bach“ (WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, 2004) mit normierten Niederschlagsdaten bestimmt. Der

von WASY 2004 für HQ₁₀₀ ermittelte Abfluss von 25 m³/s entsprach nach unserem Modell einem Bemessungsniederschlag von 48 h, was jedoch nach unserer Beurteilung und der Literaturlauswertung für das Bemessungsereignis sehr lang wäre.

In Auswertung der vorstehenden Analysen wurde als gebietsrealitätsbezogenstes *Bemessungsereignis für das Niederschlags-Abfluss-Modell* ein 24-stündiger Niederschlag mit mittelzentrierter Verteilung vom Verfasser zugrunde gelegt.

Kalibrierung des aufgestellten Modells

Wie einleitend erwähnt, wären zur Kalibrierung und Validierung des N-A-Modells unabdingbar empirische Pegeldaten des Abflusses aus den Teileinzugsgebieten sowie aus dem Gesamteinzugsgebiet in der zeitlichen Auflösung der durchgeführten Simulationen notwendig. Derartige Werte standen für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers jedoch nicht zur Verfügung, so dass eine fachgerechte Kalibrierung des Modells nicht möglich war. Wie bereits dargestellt, konnte auch die Nutzung der außerhalb des Einzugsgebietes liegenden nächsten Spree-Pegel keine Abhilfe schaffen, da durch die Einmündung anderer Einzugsgebiete kein direkter Vergleich zwischen den ermittelten Abflussspenden des Cunewalder Wassers und der Differenz zwischen dem Pegel Schirgiswalde und dem Pegel Bautzen/Weite Bleiche möglich war. Nachfolgen wird daher nur der Frage der Plausibilität der ermittelten Abflussspenden nachgegangen.

Um die Plausibilität der ermittelten Daten zu prüfen, standen einerseits die Daten aus der „*Vervollständigung der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten an Gewässern 2. Ordnung, Teil A: Butterwasser, Cunewalder Wasser und Sohlander Bach*“ (WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH, 2004) zur Verfügung. Diese Untersuchung ermittelte auf der Grundlage eines Regionalisierungsverfahrens Abflussspenden für einen Teil des Cunewalder Wassers. Allerdings wurde dabei die Struktur der Teileinzugsgebiete nicht berücksichtigt, so dass zum Vergleich ausschließlich der *summarische* Gebietsabfluss herangezogen werden kann.

Die genannte Studie weist für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers für das HQ₁₀₀ einen Gesamtabfluss von 25 m³/s aus, was gegenüber dem, mit vorliegendem N-A-Modell herausgearbeiteten Gebietsabfluss von 33 m³/s etwas geringer ist. Auch im Fall des HQ₂₀₀ liegt der Gebietsabfluss von ca. 36 m³/s etwas höher als die von WASY 2004 ermittelte Abflussspende von ca. 30 m³/s. Die Differenz zwischen den, mit dem hier beschriebenen Modell ermittelten Gebietsabflüssen und den von WASY (2004) ermittelten Abflussspenden nimmt mit zunehmender Jährlichkeit und zunehmender Niederschlagsdauer ab. Die größten Differenzen sind naturgemäß bei häufiger auftretenden kurzen und intensiven Niederschlägen zu beobachten, d.h. in Kombinationen, wo die Details der flächenhaften Gebietseigenschaften stärker an Bedeutung gewinnen.

Ebenfalls zur Beurteilung der Plausibilität herangezogen wurde die Differenz zwischen den Spree-Pegeln Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche einerseits und der Summe aus den Zuflüssen des Cunewalder Wassers sowie des Butterwassers andererseits. Beide Einzugsgebiete haben eine vergleichbare räumliche Struktur, allerdings ist das Einzugsgebiet des Butterwassers nur halb so groß, wie das des Cunewalder Wassers. Die Zuflüsse beider Gewässer sollten daher in einem etwa vergleichbaren Verhältnis zueinander stehen.

Abbildung 6 stellt die gemessenen Abflüsse des Pegels Schirgiswalde jenen des Pegels Bautzen/Weite Bleiche für den August 2010 gegenüber. Deutlich erkennbar ist die Abflussspitze des Hochwasserereignisses vom 7. August 2010, welche an beiden Pegeln ausgeprägt ist. Da

es sich bei den angegebenen Pegeldaten allerdings um Tagesmittelwerte handelt, ist der zeitliche Verlauf der Hochwasserwelle – repräsentiert durch die Linie der Pegeldifferenz – nicht ausreichend adäquat abgebildet.

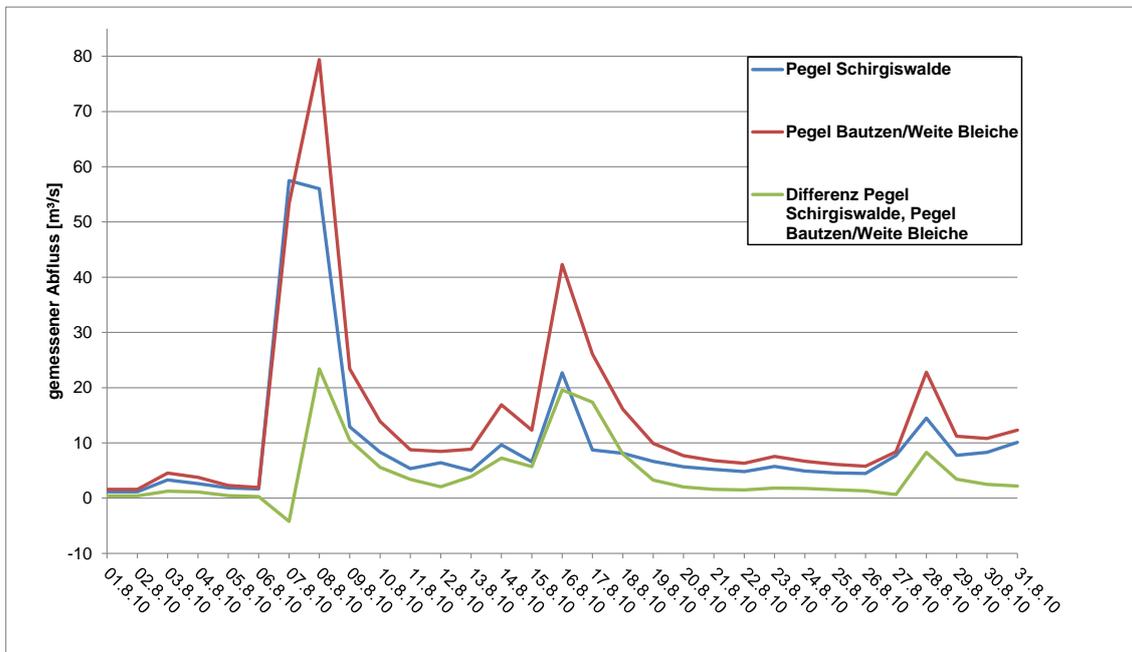


Abbildung 6 Abflüsse am Pegel Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche im August 2010

Der generierten Linie der Pegeldifferenz (grün) zwischen dem Pegel Schirgiswalde sowie dem Pegel Bautzen/Weite Bleiche wurde in Abbildung 7 die Ganglinie für den Gebietsabfluss des Cunewalder Wassers bei einem HQ_{100} gegenübergestellt. Der Gebietsabfluss wurde dazu ebenfalls auf Tagesmittelwerte eingestellt.

Die folgende Abbildung zeigt den Vergleich zwischen der Differenz der Pegelmesswerte des Pegels Schirgiswalde und des Pegels Bautzen/Weite Bleiche und dem ermittelten Gebietsabfluss des EG Cunewalder Wasser mit einem $T_{100} / 24h$ - Niederschlagsereignis zwischen dem 07.08.2010 und 08.08.2010

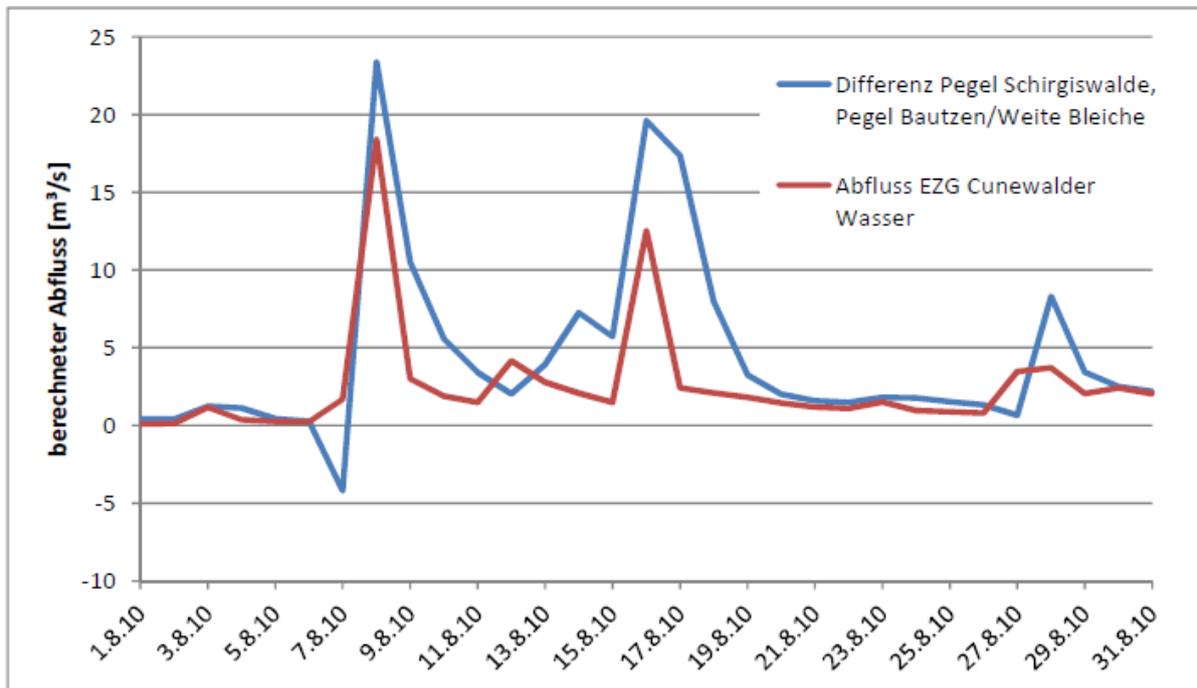


Abbildung 7 Vergleich Differenz Pegelmesswerte 2010 mit ermitteltem Gebietsabfluss $T_{100}/24h$

Drei Ergebnisse aus Abbildung 7 sind in Bezug auf die Interpretation der Modellierungsergebnisse von Bedeutung:

- Die mittels des N-A-Modells errechneten Gebietsabflüsse für ein HQ_{100} Niederschlagsereignis liegen unterhalb der Kurve der Durchflussdifferenzen der Spree-Pegel und zeichnen diese gut nach. Damit sollten die Modellergebnisse zumindest als grundsätzlich plausibel erklärt sein.
- Die über 24 Stunden gemittelte Differenz zwischen den Pegeln Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche beträgt, für das angenommene $HQ_{200} - HQ_{500}$ Ereignis rund $23,5 \text{ m}^3/\text{s}$, was im Wesentlichen der Summe aus den Zuläufen durch das Cunewalder Wasser und das Butterwasser entsprechen sollte. Nach den Ergebnissen des N-A-Modells trägt aber bereits das Cunewalder Wasser, über 24 h gemittelt, bei einem HQ_{100} - Ereignis bereits $18 \text{ m}^3/\text{s}$ bei, womit der im Verhältnis von 1:2 dazu stehende Zulauf aus dem Butterwasser die Pegeldifferenz der Spree bereits deutlich übersteigen würde. Auch die etwas geringeren Abflusswerte der Untersuchung von WASY (2004) liegen bereits bei einem HQ_{100} Ereignis höher als die gemessene Pegeldifferenz.

Es liegt demnach die Vermutung nahe, dass die Annahme, ein Niederschlagsereignis mit einem 100-jährigen Wiederkehrintervall führt zu einem HQ_{100} , so nicht in dieser Konsequenz haltbar ist. Wie stark sich die Jährlichkeiten der Niederschlagsereignisse und durch sie ausgelösten Hochwasserereignisse jedoch gegeneinander verschieben, lässt sich angesichts der fehlenden Daten für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers nicht verifizieren.

In Ermangelung dessen wird aber auch in der vorliegenden Untersuchung der allgemeinen Annahme gefolgt, dass ein Bemessungsniederschlag einer bestimmten Jährlichkeit $[T]$ ein HW-Ereignis $HQ_{[T]}$ gleicher Jährlichkeit nach sich zieht.

Einen weiteren Anhaltspunkt für die Plausibilität der Berechnungsergebnisse des vorliegenden N-A-Modells liefert eine 2011 erstellte Abflussberechnung für das „Teileinzugsgebiet Kalter Born/Schwarzer Winkel“. Diese unabhängig für eine Hochwasserschutzbaumaßnahme angefertigte Abflussberechnung erbrachte im Wesentlichen eine mit dem hier genutzten N-A-Modell vergleichbare Abflussspende für das identische Teileinzugsgebiet.

Zusammengefasst kann davon ausgegangen werden, dass das verwendete Niederschlags-Abfluss-Modell trotz unvollständiger Input-Datenlage gemäß vorstehender Begründungen plausible Werte für den Gebietsabfluss bei extremen Niederschlagsszenarien liefert, auch wenn der Basisabfluss des Cunewalder Wassers derzeit nicht vorhandenen Pegelaufzeichnungen verglichen werden kann.

3.2.3 Berechnung des IST-Zustandes

a) Abgrenzung der Einzugsgebiete

Gemäß Aufgabenstellung der HWRMP sollten die Bemessungsabflüsse für bestimmte Niederschlagsereignisse nicht nur für das gesamte Einzugsgebiet berechnet werden, sondern es war darüber hinaus ebenfalls von Interesse, welche Beiträge zum Gesamtabfluss die einzelnen seitlichen Teileinzugsgebiete liefern. Hierzu war es zunächst notwendig, die Mündungspunkte der einzelnen Teileinzugsgebiete so zu setzen, dass die modellseitige Abgrenzung der Teileinzugsgebiete mit der *realen* Entwässerungsstruktur des Einzugsgebietes des Cunewalder Wassers übereinstimmt.

Die Abbildung 8 gibt die analysierte morphologische Struktur der Teileinzugsgebiete als grobe Übersicht wieder. Zur Verifizierung wurden die Gewässerachsen aus der topographischen Karte über die Struktur der Teileinzugsgebiete gelegt. Es zeigte sich eine gute Übereinstimmung. Da die Größe der Teileinzugsgebiete direkt in die Berechnung der Abflusspende eingeht, sollten auch die Beiträge der Teileinzugsgebiete in einem realistischen Verhältnis zueinander stehen.

Die Grenzen der Teileinzugsgebiete sind detailliert in den verschiedenen Kartenanlagen der HWRMP-Dokumentation eingetragen.

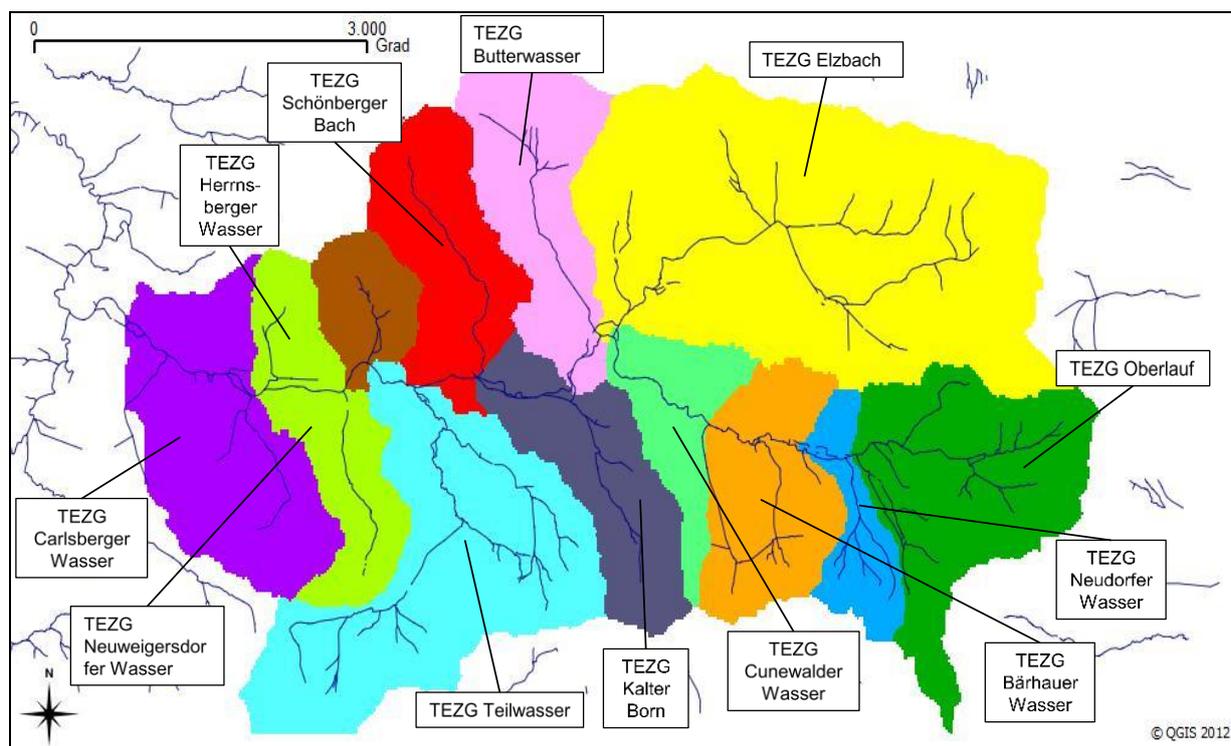


Abbildung 8 Grobübersicht der ermittelten Teileinzugsgebiete des Cunewalder Wassers

b) Ermittelte Abflüsse

Mit dem erarbeiteten Niederschlags-Abfluss-Modell, dessen Eigenschaften und Plausibilität in den vorstehenden Abschnitten beschrieben wird, wurden das Abflussspektrum für die einzelnen Teileinzugsgebiete des Cunewalder Wassers aus den Bemessungsniederschlägen für festgelegten Szenarien HQ_{200} , HQ_{100} , und HQ_5 (niedrige, mittlere und hohe Wahrscheinlichkeit) mit Hilfe des Programmes „WaSiM-ETH I“ berechnet.

Die Hochwasserabflüsse mit Verknüpfungsorten und der fortschreitenden Kumulation bis zur Mündung in die Spree sind in **folgender Tabelle 3** zusammengestellt und zeigen zur Information auch zusätzliche Ergebnisse für dazwischen liegende Eintrittswahrscheinlichkeiten.

Tabelle 3: Zusammenstellung der Abflussmaxima für HQ5 bis HQ200

Teileinzugsgebiet: Größe km ² Abschnitt lfd. Nr.	Oberlauf- abschnitt	Neudorfer Wasser	Bärhäus. Graben	Cunewalder Wasser	Elzebach	Butter- wasser	Kalter Born	Schön- berger Bach	Teil- wasser	Herrns- berger Wasser	Neu- weigers- dorfer W.	Carls- berger Wasser
	3,19	1,17	1,74	1,21	8,29	2,25	1,98	2,04	4,56	0,87	1,96	3,07
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ab Stat. [km]	11,083	9,071	8,655	7,585	6,183	6,074	5,376	4,378	3,803	3,304	2,901	2,077
Gebietsabflüsse aus Teileinzugsgebieten (mit Kumulation im „Cunewalder Wasser“ an den Zuflussstationen)												
HQ200 [m³/s]	3,57	1,84 (5,427)	2,71 (8,14)	1,12 (9,26)	8,92 (18,18)	2,88 (21,06)	2,16 (23,23)	2,27 (25,50)	4,89 (30,40)	0,86 (31,26)	2,19 (33,46)	3,42 (36,88)
HQ100 [m³/s]	3,16	1,63 (4,79)	2,42 (7,22)	1,03 (8,25)	8,69 (16,94)	2,76 (19,70)	1,87 (21,58)	2,03 (23,62)	4,78 (28,40)	0,69 (29,09)	1,79 (30,89)	2,78 (33,67)
HQ50 [m ³ /s]	2,75	1,49 (4,24)	2,15 (6,39)	0,87 (7,26)	6,95 (14,22)	2,30 (16,52)	1,72 (18,25)	1,80 (20,05)	3,93 (23,98)	0,68 (24,66)	1,68 (26,35)	2,68 (29,03)
HQ20 [m ³ /s]	2,23	1,26 (3,49)	1,77 (5,26)	0,69 (5,95)	5,69 (11,64)	1,93 (13,57)	1,45 (15,02)	1,51 (16,53)	3,34 (19,87)	0,57 (20,44)	1,409 (21,85)	2,23 (24,09)
HQ10 [m ³ /s]	1,82	1,05 (2,87)	1,48 (4,35)	0,57 (4,92)	5,18 (10,10)	1,74 (11,84)	1,18 (13,02)	1,26 (14,28)	3,08 (17,36)	0,44 (17,80)	1,12 (18,92)	1,68 (20,6)
HQ5 [m³/s]	1,61	0,90 (2,51)	1,28 (3,79)	0,52 (4,31)	4,50 (8,81)	1,40 (10,31)	1,04 (11,35)	1,09 (12,44)	2,71 (15,15)	0,36 (15,51)	0,98 (16,49)	1,43 (17,92)
HQ2 [m ³ /s]	1,19	0,70 (1,90)	0,95 (2,85)	0,37 (3,22)	3,23 (6,45)	1,15 (7,60)	0,82 (8,42)	0,84 (9,26)	2,16 (11,42)	0,28 (11,70)	0,77 (12,47)	1,11 (13,58)
HQ1 [m ³ /s]	0,75	0,48 (1,23)	0,60 (1,83)	0,21 (2,04)	1,99 (4,03)	0,77 (4,80)	0,57 (5,38)	0,57 (5,95)	1,55 (7,50)	0,19 (7,69)	0,54 (8,23)	0,76 (8,99)
HQ0,5 [m ³ /s]	0,56	0,37 (0,93)	0,50 (1,43)	0,22 (1,65)	1,50 (3,15)	0,51 (3,66)	0,39 (4,05)	0,36 (4,43)	1,06 (5,49)	0,11 (5,60)	0,39 (5,99)	0,58 (6,57)

Tabelle 4: Zusammenstellung der Abflussreihen für die Teileinzugsgebiete

Zeit [h]	Oberlaufabschnitt 3,19 km ²	Neudorfer Wasser 1,17 km ²	Bärhäuser Graben 1,74 km ²	Cunewalder Wasser 1,21 km ²	Elzebach 8,29 km ²	Butter- wasser 2,25 km ²	Kalter Born 1,98 km ²	Schönberger Bach 2,04 km ²	Teilwasser 4,56 km ²	Herrnsberg- Wasser 0,87 km ²	Neuweigerd. Wasser 1,96 km ²	Carlsberger Wasser 3,07 km ²	ges. Abfluss Cunew. Was.
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
0	0,10	0,06	0,07	0,03	0,23	0,07	0,06	0,10	0,22	0,03	0,09	0,23	1,28
1	0,14	0,09	0,10	0,05	0,34	0,09	0,09	0,14	0,29	0,05	0,12	0,29	1,78
2	0,17	0,11	0,13	0,07	0,45	0,12	0,12	0,18	0,36	0,06	0,15	0,35	2,27
3	0,21	0,14	0,15	0,08	0,56	0,15	0,15	0,21	0,44	0,08	0,19	0,40	2,76
4	0,24	0,16	0,18	0,10	0,65	0,18	0,17	0,25	0,64	0,09	0,35	0,60	3,61
5	0,27	0,18	0,20	0,11	1,04	0,24	0,22	0,30	1,03	0,10	0,73	0,93	5,37
6	0,52	0,32	0,38	0,16	2,71	0,43	0,32	0,53	1,98	0,13	1,07	1,30	9,86
7	1,06	0,64	0,86	0,23	4,21	0,72	0,57	0,90	2,84	0,21	1,37	1,72	15,31
8	1,58	0,90	1,24	0,38	5,54	1,08	0,89	1,19	3,56	0,32	1,63	2,16	20,46
9	1,99	1,11	1,57	0,54	6,69	1,44	1,15	1,44	4,17	0,41	1,86	2,50	24,89
10	2,35	1,29	1,85	0,68	7,69	1,82	1,37	1,66	4,70	0,49	1,96	2,80	28,67
11	2,66	1,42	2,08	0,80	8,05	2,18	1,56	1,85	5,06	0,56	2,00	3,03	31,26
12	2,93	1,54	2,28	0,81	8,60	2,38	1,73	2,01	5,12	0,62	2,00	3,05	33,04
13	3,05	1,65	2,44	0,83	8,75	2,47	1,79	2,12	5,19	0,65	1,86	2,83	33,63
14	3,16	1,63	2,42	1,03	8,69	2,76	1,87	2,03	4,78	0,69	1,79	2,78	33,64 = Max.
15	2,79	1,40	2,06	1,01	7,69	2,68	1,73	1,88	4,49	0,65	1,63	2,54	30,54
16	2,42	1,21	1,75	0,92	6,54	2,50	1,50	1,57	3,70	0,57	1,49	2,26	26,42
17	2,12	1,05	1,51	0,80	5,76	2,28	1,31	1,39	3,31	0,51	1,38	2,03	23,44
18	1,87	0,93	1,31	0,71	5,13	2,02	1,15	1,25	2,99	0,46	1,28	1,83	20,93
19	1,67	0,82	1,14	0,63	4,60	1,77	1,03	1,14	2,72	0,41	1,20	1,67	18,81
20	1,50	0,74	1,01	0,56	4,17	1,56	0,92	1,04	2,48	0,38	1,12	1,52	17,01
21	1,36	0,66	0,89	0,51	3,81	1,38	0,83	0,96	2,27	0,35	1,03	1,37	15,43
22	1,24	0,59	0,79	0,46	3,43	1,22	0,75	0,87	2,01	0,32	0,96	1,23	13,88
23	1,08	0,50	0,67	0,42	3,05	1,08	0,66	0,76	1,79	0,29	0,89	1,09	12,28
24	0,95	0,42	0,56	0,37	2,73	0,95	0,57	0,67	1,60	0,25	0,84	0,97	10,88

Die Abbildung 9 zeigt den kumulativen Abfluss für die Bemessungsniederschläge HQ₂₀₀, HQ₁₀₀ und HQ₅ anhand von 12 Stationen des Cunewalder Wasser, welche die Einmündungen der seitlichen Teileinzugsgebiete markieren. Den Gebietsabflüssen der einzelnen Teileinzugsgebiete wird in dieser Abbildung jeweils noch der Abfluss des entsprechenden Teilstückes des Cunewalder Wassers hinzugerechnet.

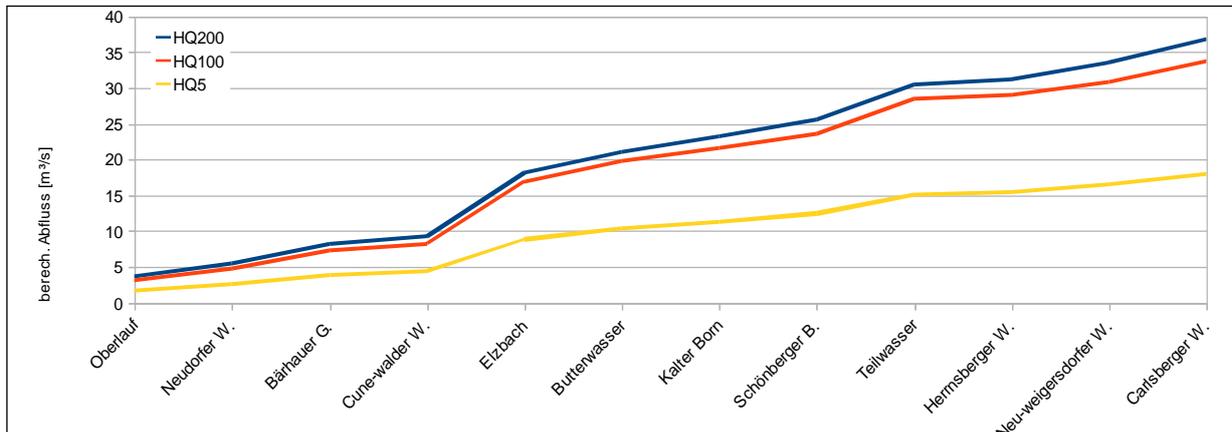


Abbildung 9 Kumulative Gebietsabflüsse des Cunewalder Wassers für HQ₂₀₀, HQ₁₀₀, HQ₅

c) Maßgebender 200-jährlicher Hochwasserabfluss

In folgender Abbildung ist das Ergebnis der mit WaSiM-ETH ermittelten Abflussganglinien dargestellt. Die maßgebende Niederschlagsdauer beträgt 24 h. Der Scheitelabfluss weist bei einer Dauer von 24 h ohne Berücksichtigung des Basisabflusses einen Durchfluss von **36,89 m³/s** auf.

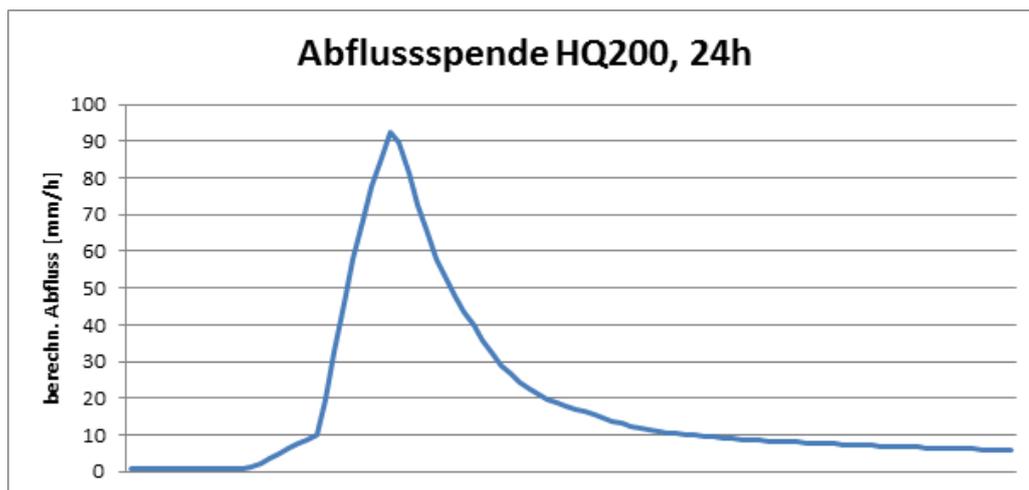


Abbildung 10 Abflussganglinie für ausgewählte Regendauern für EG bei HQ₂₀₀

Das gesamte Abflussvolumen beträgt dabei ohne Berücksichtigung des Basisabflusses rund 3.187.296 m³. Dieser Abfluss fällt aufgrund der geringen Fließzeiten und der relativ hohen Reliefenergie in einem Zeitraum von ca. **24 Stunden** an.

d) Maßgebender 100-jährlicher Hochwasserabfluss

Die Grafik zeigt die ermittelte Abflussganglinie für ein 100-jährliches Niederschlagsereignis bei einer Niederschlagsdauer von 24 h. Der Scheitelabfluss beträgt ohne Berücksichtigung des Basisabflusses **33,67 m³/s**.

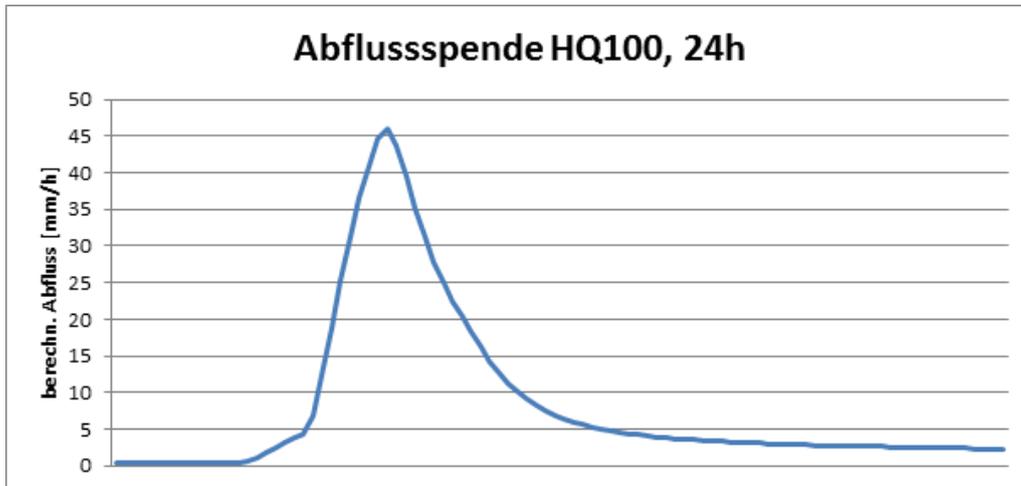


Abbildung 11 Abflussganglinie für 24h-Regenereignis für EG bei HQ100

e) Maßgebender 5-jährlicher Hochwasserabfluss

Nachfolgend die ermittelte Abflussganglinie für ein 5-jährliches Niederschlagsereignis bei einer Niederschlagsdauer von 24 h. Der Scheitelabfluss beträgt ohne Berücksichtigung des Basisabflusses **17,92 m³/s**.

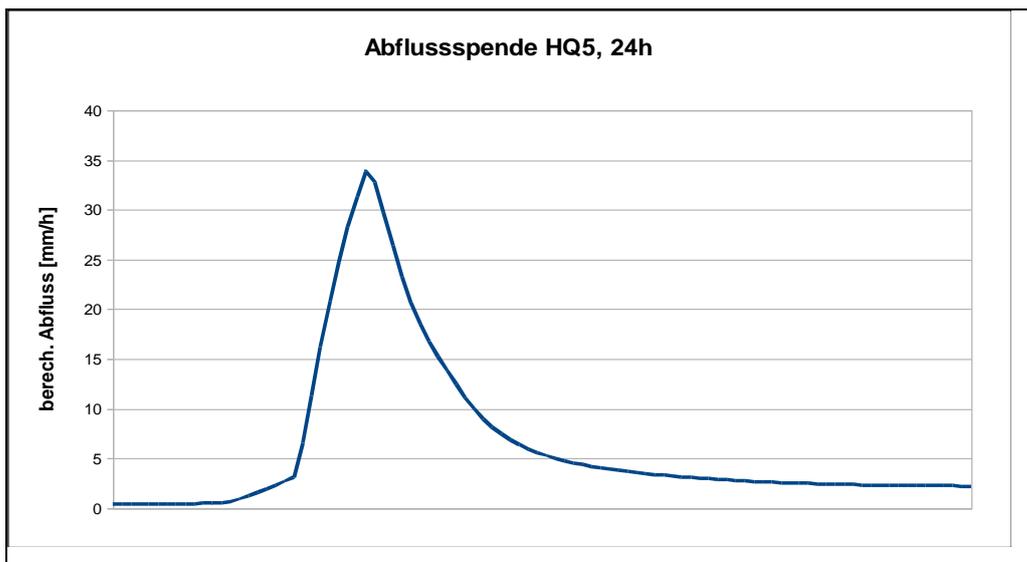


Abbildung 12 Abflussganglinie für 24h-Regenereignis im EG bei HQ5

f) Zusammenfassung

Die Ermittlung der Bemessungsabflüsse mit dem Niederschlags-Abfluss-Modell stellt im Ergebnis die nötigen hydrologischen Basisdaten zur Verfügung für die hydraulische Berechnung der Wasserspiegellagen im Flussschlauch in unterschiedlichen Szenarien, sowie in der Folge für die Festsetzung von Überschwemmungsgebieten, für Aussagen zum Hochwasserrisiko und für andere Auswertungen, nicht zuletzt auch für die Bemessung konkreter Bauvorhaben am Gewässer.

Es kann eingeschätzt werden, dass trotz der einleitend beschriebenen bearbeitungstechnischen Probleme aus fehlenden bzw. unzureichenden Datengrundlagen und eingeschränkten Kalibrierungsmöglichkeiten eine hinreichende Genauigkeit und Plausibilität der Ergebnisse erzielt werden konnte.

3.2.4 Kalibrierung des hydrologischen Modells nach hydraulischer Berechnung

Mit den im Niederschlags-Abfluss-Modell für die vorbestimmten Hochwasserszenarien ermittelten Abflusswertekaskaden im Cunewalder Wasser wurden die hydraulischen Berechnungen der jeweiligen Wassertiefen, der auftretenden Fließgeschwindigkeiten, der Schleppspannungen usw. durchgeführt.

Wie in Abschnitt 4.1.3 und 4.1.4 beschrieben, wurde bei den hydraulischen Berechnungen - soweit das möglich war - eine verifizierbare Festlegung der Parameter vorgenommen und eine Kalibrierung angestrebt. Mit ANHANG 3 liegen die produzierten Berechnungsergebnisse in sich geschlossen vor.

Nach der hydraulischen Berechnung der Wasserspiegellagen des Gewässers Cunewalder Wasser ergab sich weder die Notwendigkeit, noch die Möglichkeit einer weiteren, nachgeführten Kalibrierung des hydrologischen Niederschlags-Abfluss-Modelles. Das ist dadurch begründet, dass es sich im vorliegenden Fall um *einen* Flussschlauch handelt, dessen hydraulisch eindeutig berechneten Wasserspiegellagen keine rückwirkenden Parameter auf die Eingabewerte des flächenbasierte N-A-Modelles besitzen.

Ohne Auftauchen neuer unabhängiger Parameter, also nur bei Vornahme einer Rückkoppelung zwischen der hydraulischen Berechnung und der N-A-Berechnung mit Variationen bereits verwendeter Parameter würde es sich nicht um iterative Kalibrierung, sondern um einen unzulässigen mathematischen Zirkelschluss handeln. Damit würde nicht die Genauigkeit erhöht, sondern neue Unschärfen über die Ergebnisse gelegt.

3.2.5 Auswirkung oder Rückkoppelung neuer Planzustände auf die N-A-Modellierung

Ein Bestandteil der Hochwasserrisikomanagementplanung sind Maßnahmevorschläge verschiedener Handlungsbereiche, die unter anderem das HW-Management, aber auch bauliche Vorsorgemaßnahmen beinhalten. Letztere können entweder der Sicherung von Schutzgütern und/oder der Minderung von Schadwirkungen der Hochwässer dienen.

Die baulichen Maßnahmevorschläge, zum Beispiel Gewässerprofilerweiterungen oder andere abflussbeeinflussende Maßnahmen, werden nach der Realisierung einen gewollten Einfluss auf das Abflussgeschehen und die Wassertiefen des Cunewalder Wassers ausüben. Deshalb werden von der Hydraulischen Berechnung - vergl. Abschnitt 4 und ANHANG 3 - diese Einflüsse mit eigenen Rechendurchläufen für zwei PLAN-Zustände berücksichtigt, um festzustellen, welche Wirkungen sich ergeben.

Hingegen ist eine Rückwirkung auf das N-A-Modell durch die vorgeschlagenen baulichen Einzelmaßnahmen am Gewässer in der Ortslage Cunewalde nicht ableitbar. Einige Maßnahmen können zu geringfügigen zeitlichen Verschiebungen der Abflussspitzen in der Ganglinie des Cunewalder Wassers führen, die jedoch im 24-stündigen Niederschlagsgeschehen von marginaler Bedeutung sind. Eine Rückkoppelung auf die angesetzten *Eingangsparmeter* des N-A-Modelles tritt grundsätzlich nicht ein.

Die verschiedentlich in den Teileinzugsgebieten vorgeschlagenen Konzept-Standorte für Regenrückhaltebecken haben - falls später ausgeführt - nur Auswirkung auf den Ganglinienverlauf und die Abflussspitzen, was bei der Hydraulischen Berechnung für den PLAN-Zustand im Cunewalder Wasser selbstverständlich berücksichtigt wurde.

Grundsätzlich können die ohnehin schon sehr kleinen Teileinzugsgebiete des vorliegenden N-A-Modelles nicht mehr sinnvoll weiter aufgesplittet werden, z.B. zum Zwecke einer eventuell „feineren“ Modellierung, die dann auch *einzelne* Rückhaltebeckenstandort berücksichtigen könnte.

Hier stößt man wieder auf das bereits beschriebene Problem der prinzipiell für *große* Flussgebiete entwickelten Niederschlags-Abfluss-Modellverfahren und ihrer sehr begrenzten Eignung für kleinräumige Untersuchungsgebiete wie das EG Cunewalder Wasser.

4 Hydraulische Berechnungen

4.1 Gewählte Grundlagen

Für die hydraulischen Berechnungen war neben der Auswertung der hydrologischen Grundlagen und der Niederschlags-Abfluss-Modellierung in Abschnitt 3 die terrestrische Vermessung des Gewässers eine grundlegende Voraussetzung.

Auf exakt **9.165,18 Meter** Gewässerlänge wurden insgesamt 345 Querprofile aufgenommen, davon 85 Profile an Querbauwerken, d.h. Brückenstandorten.

Tabelle 5: Übersicht Anzahl terrestrische Querprofilaufnahmen

Gewässer	vermessene Querprofile	davon Brücken
Cunewalder Wasser	345	85



Abbildung 13 Fotobeispiele erfasste Brückenprofile (Bachweg und Schmiedegasse)

Die Querprofilaußmaße wurden dem Planer in digitaler Form als CAD-Dateien sowie als Listendateien im Format Datenart DA 66 zur Verfügung gestellt. Zusätzlich übergaben die Vermesser eine Fotodokumentation der aufgemessenen Brückenbauwerke und die Originalfeldrisse der Querprofilaufnahmen.

Die terrestrische Aufnahme der Brückenquerschnitte erfolgte stets einlaufseitig, so dass im hydraulischen Modell durch Versetzen des oberstromigen Querschnittes um die Bauwerksbreite das geschlossene Gerinne im Brückendurchlass generiert werden konnte. Mit diesem Verfahren wurde eine hinreichende Genauigkeit für die Durchflussberechnungen bei der HWRMP-Bearbeitung erreicht.

Bei den künftigen Beplanungen von Einzelbauwerken, wie Brücken, Stützmauern oder Durchlässen, sind natürlich Entwurfsvermessungen für den jeweiligen Mikrostandort anzufertigen, um genehmigungsreife Objektpläne erstellen zu können.

Tabelle 6: Übersicht Anzahl generierte Profile im hydraulischen Modell

Gewässer	vermessene Querprofile	Profile im hydraul. Modell
Cunewalder Wasser	345	515

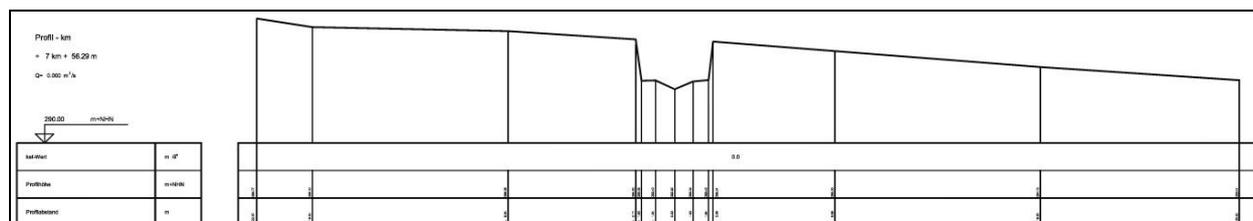


Abbildung 14 Grafisches Beispiel terrestrisch aufgenommenes Flussquerprofil

Zur Erfassung des morphologischen IST-Zustandes (Ist-Zustand 2012) befragte der Planer am 25.05.2012 außerdem die Gemeindeverwaltung Cunewalde nach laufenden Baumaßnahmen und Planungen, die bei den terrestrischen Aufnahmen noch nicht erfasst werden konnten, da solche einen Einfluss auf die Geometrie des Gewässers und auf angrenzende baulichen Anlagen haben können.

Hierbei wurden dem Verfasser folgende Vorhaben bekannt gegeben:

- (1) Bachweg/Finkengasse (in Bau):**
- Ersatzneubau Stützmauer Bachweg
 - Ersatzneubau Brücke BW 32
 - Ersatzneubau Stützmauer Finkengasse
 - Umbau Wehr in Raue Rampe
 - Ersatzneubau Fußgängerbrücke

Bauherr bzw. Baulastträger ist die Gemeinde Cunewalde. Die Planung erfolgte durch das Ingenieurbüro Giehler. Die Planungsunterlagen wurden mit Schreiben vom 30.05.2012 bzw. am 11.06.2012 durch das IB GIEHLER (2012a) übermittelt.



Abbildung 15 Ersatzneubau Brücke Bachweg / Finkengasse

Die genannten Einzelmaßnahmen wurden mit so genannter 1:1 - Dimensionierung geplant, d.h. die Abmessungen und Höhen von baulichen Anlagen wurden im Vergleich zum Bestand vor dem Hochwasser unverändert übernommen. Gegenüber der Vermessung vom März/April 2012 kam es dennoch zu geringfügigen Abweichungen, da die Baumaßnahmen mancherorts zwischenzeitlich begonnen hatten und die Geländeformen stellenweise wohl verändert wurden.

Tabelle 7: Integration der Planung zum BV Finkengasse/Bachweg in das hydraul. Modell

Profil-Stat.	Vermessung März/April 2012		Übernahme aus Fremdplanung		
	km	OK Sohle [m ü. NHN]	OK Mauer [m ü. NHN]	OK Sohle [m ü. NHN]	OK Mauer [m ü. NHN]
7+258,56 Steg oberstrom = Ende gepl. Rampe		295,31	297,07	295,33	297,17
7+266,66 7+268,57 = altes Wehr/Absturz	<i>Profile entfallen im hydraulischen Modell, da Rückbau/Umbau zu rauer Rampe</i>				
7+278,76 Beginn gepl. Rampe		---	---	295,84	297,21
7+283,70		295,94	297,28	295,89 (interpol.)	297,28
7+298,24		296,05	297,48	295,94 (interpol.)	297,56
7+306,31 Brücke unterstrom		<i>in Bau</i>	<i>in Bau</i>	295,96	298,12
7+306,32 Brücke BW 32		<i>in Bau</i>	<i>in Bau</i>	295,96	297,53 (KUK)
7+312,32 Brücke BW 32		<i>in Bau</i>	<i>in Bau</i>	295,96	297,39 (KUK)
7+312,33 Brücke oberstrom		<i>in Bau</i>	<i>in Bau</i>	295,96	298,02
7+334,33 neues Profil		---	---	296,48	298,14
7+356,34 Fußgängerbrücke		296,64	298,30	296,62	298,40

- (2) S 115 - Ausbau Cunewalde, 3. BA:**
- Ersatzneubau Stützmauer 6
 - Ersatzneubau Brücke BW 29

Bauherr bzw. Baulastträger ist der Freistaat Sachsen, vertreten durch das Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV). Die Planung erfolgte durch das Ingenieurbüro Giehler. Die Planungsunterlagen wurden mit Schreiben vom 30.05.2012 (2012b) übermittelt.



Abbildung 16 Neubau Straßenbrücke bei Gaststätte Blaue Kugel im Mai 2013

Tabelle 8: Integration der Planung Stützmauer 6 mit BW 29 in das hydraulische Modell

Profil-Stat.	Vermessung März/April 2012		Übernahme aus Fremdplanung		
	km	OK Sohle [m ü. NHN]	OK Mauer [m ü. NHN]	OK Sohle [m ü. NHN]	OK Mauer [m ü. NHN]
7+495,40		297,92	300,13	298,13	300,34
7+513,39 Brücke unterstrom		298,22	300,23	298,10	300,40
7+513,40 Brücke BW 29		298,22	299,65 (KUK)	298,10	299,75 (KUK)
7+518,40 Brücke BW 29		298,22	299,65 (KUK)	298,10	299,80 (KUK)
7+518,41 Brücke oberstrom		298,22	300,23	298,10	300,45
7+545,04		298,57	300,54	298,60	300,83
7+585,63 gepl. Rampe		298,81	301,23	299,03	301,16
7+592,88 gepl. Rampe		299,57	301,46	299,63	301,28

- (3) **S 115 - Ausbau Cunewalde :**
- Wehr am „Goldenen Schiff“ (SM 10)
 - Ersatzneubau Brücke BW 7

Bauherr bzw. Baulastträger ist der Freistaat Sachsen, vertreten durch das Landesamt für Straßenbau und Verkehr (LASuV). Die Planung erfolgte durch die INFRA Ingenieurgesellschaft Dresden. Die Planungsunterlagen wurden am 24.08.2012 durch das LASuV (2012) übermittelt.



Abbildung 17 Beginn Ausbau S 115 im Mai 2013

(4) sowie kleine instand setzende Baumaßnahmen der Gemeinde Cunewalde

im Rahmen der Sofort-Schadensbeseitigung nach dem Hochwasser August 2010, ausgeführt als 1:1 - Maßnahmen (z.B. Bereich Erlenweg).



Abbildung 18 Beispiel Uferinstandsetzung am Erlenweg

4.1.1 Beschreibung des verwendeten Programms

Die hydraulischen Berechnungen erfolgten mit der geprüften Fach-Software **FLUSS V 10.2** der REHM Software GmbH. Das Programm FLUSS ermöglicht sowohl 1D-Wasserspiegellagenberechnungen als auch 2D-Strömungsberechnungen.

Im 1D-Programmmodul werden die Profilformen (offene oder geschlossene Profile) über Koordinatenpunkte eingegeben. Es können so beliebige Profilformen berechnet werden. Das Programm FLUSS ermittelt die Wasserspiegellage bei gegebener Wassermenge.

Das Programm FLUSS-2D basiert auf einem zweidimensionalen Finite-Elemente-Strömungsmodell und besteht aus einem grafischen und einem numerischen Teil.

Die Berechnungen für das kleine Gewässer II. Ordnung „Cunewalder Wasser“ erfolgten nach dem Verfahren **1D-Wasserspiegellagenberechnungen** gemäß BWK-Merkblatt 1:



Bei den Berechnungen wurde von einem stationär ungleichförmigen Abfluss ausgegangen. Es wurde das Berechnungsverfahren nach MANNING-STRICKLER zugrunde gelegt.

Die Profile wurden in linkes und rechtes Vorland sowie den Flussschlauch unterteilt. Jeder dieser Profileile wurde mit einem eigenen Rauigkeitsbeiwert k_{St} versehen.

Das Programmmodell FLUSS rechnet sowohl den strömenden als auch den schießenden Abfluss. Der Fließzustand wird nach dem Verfahren von KNAUF/KÖNEMANN ermittelt.

Das Programm berechnet offene Profile sowie geschlossene Profile (z.B. Brückenöffnungen oder Durchlässe). Der Brückenstau wird nach REHBOCK berechnet. Bei Querschnittserweiterungen wird automatisch der Stoßverlust nach BORDA-CARNOT berücksichtigt.

Der Import der Querprofilaten in das Programm erfolgte über die Schnittstelle DA 66 (REB-Datenart 66).

4.1.2 Gewählte Bemessungsabflüsse

Die Auswahl der relevanten HQ(T) erfolgte entsprechend Aufgabenstellung und den Grundsätzen des Art. 6 der HWRM-Richtlinie:

„Die Hochwassergefahrenkarten erfassen die geografischen Gebiete, die nach folgenden Szenarien überflutet werden könnten:

- a) Hochwasser mit niedriger Wahrscheinlichkeit oder Szenarien für Extremereignisse;*
- b) Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit (vorauss. Wiederkehrintervall ≥ 100 Jahre);*
- c) gegebenenfalls Hochwasser mit hoher Wahrscheinlichkeit.“*

In Befolgung der HWRM-Richtlinie wurden nach Abstimmung mit der Fachbehörde und der Aufgabenstellung vom Verfasser folgende Hochwasserscheitelabflüsse HQ(T) zur Grundlage der Untersuchungen genommen:

- zu a) **T = 200 a** (entsprechend Abstimmung zum Umfang und Methodik des N-A-Modells am 19.06.2012 bei der Landesdirektion Sachsen, Dienststelle Dresden)
- zu b) **T = 100 a** (üblicher Bemessungsabfluss HQ(T) nach a.a.R.d.T.)
- zu c) **T = 5 a** (lt. Analyse der HWRMP Stufe 1 sind Hochwasserereignisse mit hoher Wahrscheinlichkeit ca. alle fünf Jahre im Gebiet zu erwarten.)

Die absoluten Abflussmengen mit ihrer kumulativen Entwicklung über die Lauflänge des Cunewalder Wassers wurden in der Niederschlags-Abfluss-Berechnung (Kapitel 3) errechnet. Sie sind in ANHANG 3, Tabelle 3.2, Tabelle 3.3 und Tabelle 3.4, für die jeweiligen Bemessungshochwässer abgedruckt.

4.1.3 Parametrisierung

Zur Parametrisierung des Modells wurden die aufgemessenen Querprofile unterteilt in linkes und rechtes Vorland sowie Gerinne/Flussschlauch. Die Festlegung der Rauheiten erfolgte nach örtlichen Begehung des Gewässerlaufes am 25.04.2012 durch den Planer und mit Unterstützung durch die, den Ist-Zustand erfassenden Fotoaufnahmen während der terrestrischen Vermessung.

An Hand der Profilgeometrie wurden die Vorlandgrenzen sowie hydraulischen Grenzen, wie Anliegerbebauung, Abgrenzung von tiefer liegenden Vorlandbereichen wie Senken, Teiche etc., festgelegt. Dabei erfolgte gleichzeitig die Überprüfung der digitalen Querprofildaten auf Plausibilität.

Tabelle 9: Übersicht zu gewählten Gerinnerauigkeiten

Gerinne	
Beschreibung	k_{St} [$m^{1/3}/s$]
Gebirgsbach, steinig, rau	18,0
befestigt, Naturstein, Rampe	25,0
Pflaster, Rasengittersteine, reguliert	40,0

Tabelle 10: Übersicht zu gewählten Vorlandrauigkeiten

Vorland	
Beschreibung	k_{St} [$m^{1/3}/s$]
Wiese, Gras	22,0
unregelmäßig, krautiger Bewuchs	20,0
sehr unregelmäßig mit Verbauungen	15,0

Vorhandene Wehre und Abstürze wurden als offene Profile in das hydraulische Modell integriert und mit den zutreffenden Rauheiten charakterisiert. Die Durchlässe und Brücken wurden als geschlossene Profile in das Modell eingebunden.

Die Aufnahme des Bauwerksquerschnittes erfolgte einlaufseitig mit Blick in Fließrichtung, so dass durch Versetzen um die Bauwerksbreite das geschlossene Gerinnebauwerk mit einer, für die HWRM-Planung hinreichenden geometrischen Genauigkeit modelliert werden konnte. Unmittelbar ober- und unterhalb der Bauwerke wurden ein offener Ein- und Auslaufquerschnitt des Gerinnes in das Modell eingeben, um hydraulische Widerstände, wie Einengungsverlust, Brückenstau, Fließwechsel oder Umströmung bei Hochwasser zu berücksichtigen.

Zu Beginn der hydraulischen Berechnungen war der Startwasserspiegel im untersten Flussprofil zu wählen, welcher für ungestörten Normalabfluss im strömenden Bereich liegen sollte. Im vorliegenden Fall wurde dazu auf die Wasserspiegellagen der Hochwasserschutzkonzeption für die Spree zurückgegriffen (WASY 2005), hier im Bereich des Mündungsquerschnittes Cunewalder Wasser bei ca. Station km 349+240, die in Tabelle 10 aufgeführt sind.

Bei der Festlegung der Anfangswasserstände wurde weiterhin der Verfahrensweise nach WASY 2004 entsprochen, die bei der Hydraulischen Berechnung zur Ausweisung der Überschwemmungsgebiete entlang des Cunewalder Wassers angewandt wurde: Es wurde davon ausgegangen, dass die Hochwasserscheitel der (deutlich kleineren) Nebengewässer zeitlich nicht mit den Scheitelabflüssen in der Spree zusammenfallen. Zitat WASY 2004: „Als Anfangswasserstände für die Nebengewässer wurden deshalb Scheitelwasserstände in der Spree genutzt, deren Wiederkehrintervalle i.d.R. kleiner sind als der der hydraulischen Berechnung für die Nebengewässer zugrunde gelegten Wiederkehrintervalle“.

Während bei der hydraulischen Berechnung zur Ausweisung der Überschwemmungsgebiete (WASY 2004) noch auf ein hydraulisches Modell aus dem Jahr 2002 zurückgegriffen wurde, kam es im Zuge der Bearbeitung der Hochwasserschutzkonzeption (WASY 2005) zu einer Überarbeitung des Modells von 2002. Die überarbeiteten Daten wurden von uns verwendet.

Tabelle 11: Gewählte Anfangswasserstände für die hydraulischen Berechnungen

HQ(T) im Cunewalder Wasser	zugeordnet HQ(T) in der Spree mit Wasserspiegellage <i>Spree-km ca. 349,240</i>	Gewählter Anfangswasser- stand Cunewalder Wasser <i>Stat.-km 0+000,00</i>
HQ(5)	HQ(5) 237,33 m ü. HN	237,47 m ü. NHN
HQ(10)		
HQ(20)		
HQ(50)	HQ(20) 237,61 m ü. HN	237,75 m ü. NHN
HQ(100)		
HQ(extrem) = HQ(200)	HQ(100) 237,82 m ü. HN	237,96 m ü. NHN

4.1.4 Kalibrierung des Modells

Für die Kalibrierung des aufgestellten hydraulischen Gewässermodells standen weder amtliche Hochwassermarken, noch Abflussmessungen oder Ganglinien zur Verfügung.

Von den beim Augusthochwasser 2010 von einigen Anliegern provisorisch angezeichneten Hochwassermarkierungen konnten bei den Querprofilaufnahmen im März 2012 nur noch einzelne aufgefunden werden. Weil diese punktuell markierten Wasserstände auch nach Einmessung im Landeshöhensystem nicht mit Abflusswerten oder -messungen eines oder mehrerer Hochwasserereignisse verknüpft sind, waren sie für die fachgerechte Kalibrierung des erstellten Abflussmodells unbrauchbar.

Die Kalibrierung durch korrigierende Veränderung von Modellparametern konnte daher grundsätzlich nur im Vergleich mit den berechneten Wasserspiegellagen ähnlicher Abflüsse des Cunewalder Wassers angestellt werden. Dazu standen die Berechnungsergebnisse der Arbeit des Ingenieurbüros WASY von 2004 zur Verfügung, die zur Ausweisung der amtlichen Überschwemmungsgebiete angestellt worden waren.

Für die Kalibrierung genügten leichte Varianzen der Beiwerte (Tabelle 6 und 7) im Rahmen des zulässigen Toleranzspielraumes. Mit geringfügigem Kalibrierungsaufwand konnte eine gute Übereinstimmung mit den Vergleichswasserspiegellagen festgestellt werden.

Im Ergebnis betragen für den Berechnungsdurchlauf **HQ5** die Differenzen zwischen den neu berechneten Wasserspiegellagen und den Referenz-Wasserspiegellagen im Schnitt +9 cm. Für den Berechnungsdurchlauf **HQ100** betragen die Differenzen zwischen den berechneten Wasserspiegellagen und den Referenz-Wasserspiegellagen im Schnitt +11 cm.

Das WASY-Modell 2004 und das neu erstellte Modell für die HWRM-Planung gingen augenscheinlich von ähnlichen Rechenansätzen und -methoden aus, was zur guten Übereinstimmung der Ergebnisse führte.

4.2 Berechnungen

Die Dokumentation der quantitativen Grundlagen und der Ergebnisse der Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Gewässers bordvoll und zur variierenden Ermittlung der hydraulischen Größen Wassertiefe, Wasserspiegellage und Fließgeschwindigkeit bei ausgewählten Abflüssen für IST- und PLAN-Zustand ist Inhalt von ANHANG 3 der vorliegenden HWRM-Planung.

Die Ergebnisse der angestellten hydraulischen Berechnungen für das Cunewalder Wasser im IST-Zustand ergaben die Basis für alle weiteren Untersuchungen und Maßnahmevorschläge des Hochwasserrisikomanagements.

4.3 Ermittlung von Überschwemmungsflächen

Zur Herstellung von Hochwasserrisiko- und Hochwassergefahrenkarten war es zunächst notwendig, den gesamten potentiell überfluteten Bereich innerhalb der Gemeinde Cunewalde bzw. der zu Schirgiswalde-Kirschau gehörenden Flächen für die drei Referenz-Bemessungshochwässer zu ermitteln.

Der räumliche Umfang der potentiellen Überflutungsgebiete für den Lastfall des HQ₅, HQ₁₀₀ und HQ₂₀₀ wurden durch die Bildung der Differenzen zwischen dem DGM, welches die Höhen der Geländeoberfläche wiedergibt, und der durch hydrodynamisch-numerische Berechnungen ermittelten Wasseroberfläche abgegrenzt.

Die GIS-technische Verschneidung der Ergebnisse der Wasserspiegellagen mit den Geländehöhen des DGM wurde notwendig, da das zur hydraulischen Berechnung des engen hydraulischen Flussschlauches des Cunewalder Wassers zutreffend angewandte 1D-Modell flächenspezifische Strömungsverhältnisse nicht beinhaltet und die Geländeordinaten jeweils nur in Höhe der Flussberechnungsquerschnitte einbezieht.

Die GIS-basierte Erzeugung von Überflutungsgebieten nach einer eindimensionalen hydraulischen Berechnung der Wasserspiegellagen setzte folgende Datenbasis voraus:

- Digitales Geländemodell als regelmäßiges Raster
- Stationierte Gewässerlage im Landeshöhensystem
- Dichte Querprofilaufnahmen des Flussschlauches
- Wasserspiegellagen verknüpft mit Querprofilen

Auf dieser Basis konnten die Überflutungsgebiete für die drei repräsentativen Hochwasserereignisse ermittelt werden. Dazu wurde folgende Vorgehensweise angewendet:

- Die Querprofile mit ihren Wasserständen werden zu einem Dreiecksnetz vermascht.
- Das resultierende Wasserstand-Dreiecksnetz wird zu einem Wasserstandraster gleicher Auflösung wie das des Geländemodells überführt.
- Eine Differenzbildung des Wasserstandrasters mit dem Geländerraster und eine nachgeschaltete Entfernung negativer Differenzwerte ergibt ein Wassertiefenraster.
- Flächen im Wassertiefenraster, die keine direkte Verbindung zum Gewässer haben, wurden detaillierter untersucht und ggf. entfernt.
- Glätten und Anpassung der Grenzen der Überflutungsflächen an die topographischen Gegebenheiten.

Für die Bearbeitung der Überschwemmungsgebietskarten für das Cunewalder Wasser stand nur das staatliche Digitale Geländemodell DGM25 mit 20 m Rastergröße zur Verfügung, weil das eigentlich im Rahmen des methodischen Vorgehens benötigte DGM2 mit 2 m Rastergröße für das Untersuchungsgebiet durch den Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN) nicht lieferbar war.

Im Kontext der Größe des Untersuchungsgebietes sowie vor dem Hintergrund der gewünschten räumlichen Aussagekraft des HWRMP Cunewalder Wasser setzte das verfügbare staatliche Digitale Geländemodell der Bearbeitungsqualität enge Grenzen. Die Größe der einzelnen Rasterzellen von 20 m x 20 m ließ nur eine relativ grobe räumliche Auflösung zu (siehe Abbildung unten), bei welcher erst Objekte von mehr als 1.600 m² eindeutig abgrenzbar waren.

Zum anderen überstieg die Toleranzgrenze in der vertikalen Auflösung des DGM von ± 2 Meter die rechnerische Genauigkeit der auf Basis handvermessener Gewässerprofilaufnahmen angestellten Berechnung der Wasserspiegellagen um ein Vielfaches.

Die nachstehende Abbildung zeigt beispielhaft ein *Rohergebnis* der programmtechnischen Ermittlung der Überschwemmungsgebietsflächen auf Basis des DGM25.

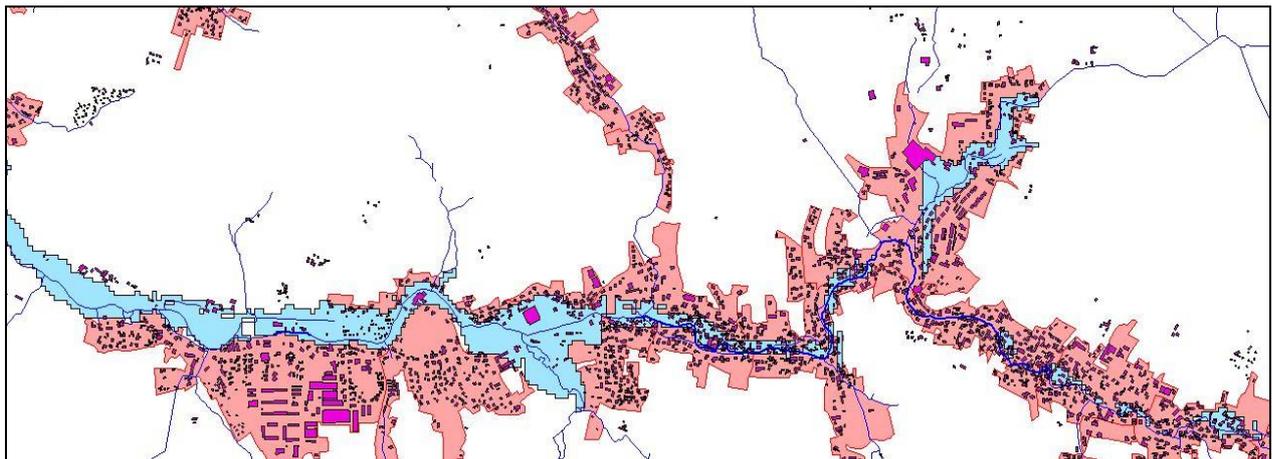


Abbildung 19 Beispiel unbearbeitete Rasterausgabe von Überschwemmungsflächen HQ₁₀₀

Die Höhen- und Ausdehnungstoleranzen nach der programmtechnischen Datenverschneidung mussten durch intensive manuelle Nacharbeiten verbessert werden. Um eine Steigerung der Aussagegenauigkeit hinsichtlich der Darstellung der potentiell überfluteten Flächen der Gemeinde Cunewalde und Schirgiswalde-Kirschau zu erreichen, wurde das Wassertiefenraster nachträglich mit weiteren Merkmalen aus den topografischen Kartenwerken, wie Höhenlinien, Abbruchkanten, Böschungen und dgl. manuell korreliert.

Bezugspunkt bildete dabei jeweils der Schwerpunkt der entsprechenden Rasterzelle. Damit konnte die grafische Darstellung auf den Überschwemmungsgebietskarten wesentlich verbessert werden, ohne dass jedoch die Höhengenaugigkeit der parallel dazu angefertigten Wasserspiegellagenberechnung mit ihrer Zentimetergenauigkeit erreicht wird. Diese Feststellung bezieht sich ausdrücklich nur auf die Kartengenerierung und die *visualisierte* Ausgabe.

Die Ergebnisse der hydraulischen Wasserspiegellagenberechnungen, z.B. in den Listen des ANHANG 3, weisen unabhängig davon die bereits in Kap. 4 beschriebene hohe Genauigkeit auf und können deshalb uneingeschränkt für die Hochwasserrisikomanagementplanung verwendet werden.

Zusammenfassung zu den Überschwemmungskartens

Die mit dieser Untersuchung vorgelegten Überschwemmungskartens sind unter Beachtung der vorstehenden Erläuterung ausschließlich für die grafische Übersicht der Hochwasserausdehnung in der Ortslage und den Freilagen geeignet. Aus den DGM-basierten Kartendarstellungen sind keine verbindlichen diskreten Daten für Einzelflurstücke gewinnbar.

Jedoch sind die *exakten* Wasserstandsprognosehöhen der Bemessungshochwässer HW_5 , HW_{100} und HW_{200} für Ortsbereiche und Einzelanlieger am Cunewalder Wasser mit hoher Genauigkeit aus den Ergebnissen der hydraulischen Berechnung des Gewässers (ANHANG 3) sowie den beiliegenden hydraulischen Längsschnitten (Anlagen 10) zu gewinnen.

Diese Daten erlauben es - das Vorhandensein einer terrestrischen Grundstücksvermessung vorausgesetzt, die nicht HWRMP-Bestandteil ist - im Bedarfsfall für jedes betroffene Anliegergrundstück eine spezifische Einzelaussage über die Hochwassergefährdung und das Schadenspotential zu treffen. Neben der generalisierten Hochwasserrisiko-Managementplanung für das Cunewalder Wasser lieferte die vorliegende HWRMP damit gleichzeitig eine wichtige Arbeitsgrundlage für die kommunale Arbeit mit den Gewässeranliegern und für künftige Bauvorhaben in oder an den Überschwemmungsgebieten im Gemeindeterritorium.

5 Ermittlung des Schutzgrades sowie des Gefährdungs- und Schadenspotentials

5.1 Definition von Schutzzielen

Die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) gibt ausschließlich *qualitative* Vorgaben für angemessene Ziele des Hochwasserrisikomanagements im Hinblick auf die zu betrachtenden Schutzgüter. Dieser Ansatz unterscheidet sich somit grundsätzlich von den bisherigen Ansätzen zur Definition von Schutzzielen in Bezug auf wasserwirtschaftliche Maßnahmen.

Angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement lassen sich demnach nicht auf bisher gängige konventionelle Schutzziele, wie den HQ₁₀₀-Ausbau eines Gewässers in einer Ortslage oder die HQ₂₀₀-Eindeichung eines Industriebetriebes beschränken. Vielmehr ist ausgehend von einer Risikoabwägung zu entscheiden, ob beispielsweise ein vorhandener HQ₅₀-Ausbau des Gewässers ausreicht, sofern sich die Menschen dieses Schutzgrades bewusst sind und das verbleibende Risiko aus volkswirtschaftlichen Erwägungen heraus sowie aus Sicht der Betroffenen tragbar ist. Die Beschreibung angemessener Ziele für das Hochwasserrisikomanagement ist daher an dieser Stelle grundsätzlich generalisierend. Die in Kapitel 7.1 beschriebenen Maßnahmenvorschläge beschreiben die Zielstellungen bzw. Zielerreichungen.

Entsprechend der Richtlinie 2007/60/EG sollen im HWRMP sowohl angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement festgelegt, als auch Maßnahmen benannt werden, die alle Aspekte des Hochwasserrisikomanagements umfassen. Dabei soll der Schwerpunkt der angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement auf der Verringerung potenzieller hochwasserbedingter nachteiliger Folgen für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftlichen Tätigkeiten liegen. Grundlage der Zielbestimmung ist der gesamte Vorsorge-, Gefahrenabwehr- und Nachsorgezyklus, womit alle Phasen vor, während und nach einem Hochwasser einzubeziehen sind:

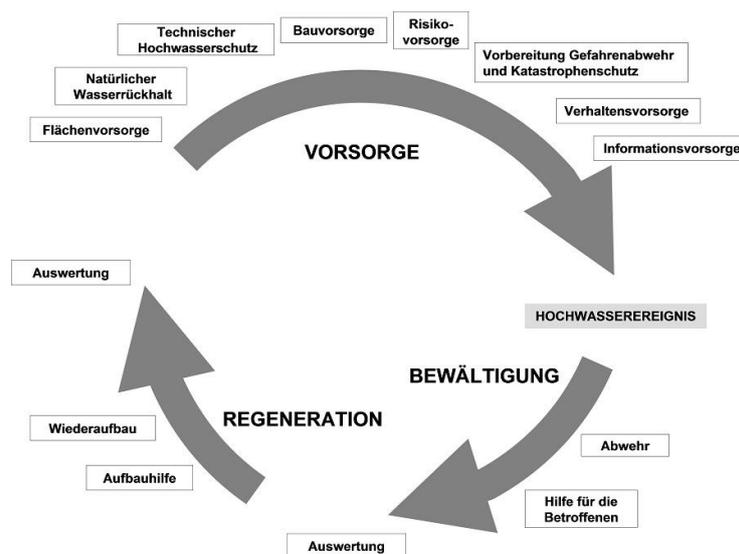


Abbildung 20 Schema Handlungsbereiche für HWRMP nach LAWA Empfehlung

Ausgehend vom definierten HWRM-Zyklus sind grundsätzlich vier allgemeine Zielstellungen für das Hochwasserrisikomanagement zu unterscheiden:

- **Vermeidung neuer Risiken** (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- **Reduktion bestehender Risiken** (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- **Reduktion nachteiliger Folgen** durch Maßnahmen **während** eines Hochwassers
- **Reduktion nachteiliger Folgen** durch Maßnahmen **nach** einem Hochwasser

Für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers werden im Folgenden angemessene Ziele für die Schutzgüter festgelegt. Die Ableitung der angemessenen Zielstellungen stützt sich auf die durch die Analyse der Höhendifferenzen ermittelten Gebiete mit einem potenziell signifikantem Risiko (Kapitel 4.3), die wiederum abgeleitet wurden aus den gewonnenen Ortskenntnissen und der Auswertung der Hochwassergefahren und -risikokarten (siehe Kapitel 6.1 und 6.2).

5.1.1 Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“

In Kapitel 5.3 werden die aus der wasserwirtschaftlichen Analyse gewonnenen Erkenntnisse zum Hochwasserrisiko für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ eingehender dargelegt. Entsprechend der Ergebnisse der hier vorgenommenen Analysen ist die Bevölkerung im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers im Hinblick auf die Schädigung durch Hochwasserereignisse insgesamt einem geringem bis mittlerem Risiko unterworfen, wobei sich die Risiken entlang des Längsverlaufs teilweise deutlich unterschiedlich verteilen und entsprechend der Stärke des Hochwasserereignisses variieren. Insgesamt dominieren die *wirtschaftlichen* Folgen.

Im **Oberlauf** des Cunewalder Wassers, etwa bis zum Abschnitt unterhalb des Polenzparkes, liegen nur wenige Wohngebäude oder Einzelgehöfte innerhalb des potentiellen Überflutungsbereiches. Ein Hochwasserrisiko besteht hauptsächlich für die unmittelbaren Gewässeranlieger. Das Risiko gegenüber Schadwirkungen ist für alle drei betrachteten Hochwasserszenarien als gering einzustufen.

Die allgemeinen Zielstellungen in Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ bestehen im Oberlauf des Cunewalder Wassers daher vor allem in der Unterstützung privater Vorsorgeleistungen. Eine Erhöhung des gegenwärtigen Schutzniveaus wird als nicht notwendig erachtet. Punktuell (z.B. im Bereich Polenzpark) ist zu überprüfen, ob eine Verbesserung des technischen Hochwasserschutzes begründet sein könnte (vgl. Kap. 7.1)



Abbildung 21 Beispiele Cunewalder Wasser im Oberlauf

Hingegen wird in der **zentralen Ortslage** Cunewalde eine konzentrierte Betroffenheit in Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ ausgewiesen. In diesem Bereich werden flächenmäßig große Ausuferungen mit relativ hohen Überstauungshöhen für die Hochwasserszenarien HQ₂₀₀ und HQ₁₀₀ sowie teilweise Ausuferungen bereits im Hochwasserszenario HQ₅ prognostiziert.

Eine vollständige Vermeidung von Hochwasserschäden ist in diesem Bereich mittels Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes aufgrund der dicht an das Gewässer angrenzenden Bebauung nicht realistisch. Ein in der Kombination mit Rückhaltemaßnahmen im Einzugsgebiet erreichbares Ziel besteht wahrscheinlich in der Realisierung eines schadlosen Abflusses bis HQ₁₀.

Das vordringliche Schutzziel für den Bereich der zentralen Ortslage von Cunewalde besteht daher in der Unterstützung der Gewässeranlieger bei der Realisierung privater Schutzmaßnahmen durch Informationen und Koordinierung.

Des Weiteren besteht in Bezug des Schutzgutes „menschliche Gesundheit“ als mittelfristig zu realisierendes Ziel die Notwendigkeit, die Ortsdurchgangsstraße auch im HQ₂₀₀ - Hochwasserszenario als Hochwasserverteidigungs- und Rettungsweg befahrbar zu halten. Die diesbezüglich kritische Stelle befindet sich im Bereich des Gemeinde- und Bürgerzentrums.



Abbildung 22 Beispiel Cunewalder Wasser in Ortsmitte

Im **Unterlauf**, vor allem im Bereich der Ortslage Bederwitz, ist ebenfalls nur ein minimales Risiko für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ zu konstatieren. Im potentiellen Überflutungsbereich liegen nur wenige Anwesen. Bezüglich der Ausweisung von Schutzzielen steht daher ebenfalls die Unterstützung privater Vorsorgemaßnahmen im Vordergrund.

Das Hauptaugenmerk angemessener Ziele für das Hochwasserrisikomanagement liegt somit auf der Umsetzung von Maßnahmen zur Stärkung der privaten Hochwasservorsorge im zentralen Bereich der Ortslage Cunewalde. An den Stellen lokaler Ausuferung des Gewässers (vergl. ANLAGE 5 und 7) sollten private Schutzmaßnahmen unterstützt werden, um die generelle Betroffenheit der Einwohner durch Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet zu reduzieren.

Weitere Aspekte sind indirekte Effekte auf die menschliche Gesundheit, wie beispielsweise der Eintrag von Gefahrenstoffen im Hochwasserfall. Im Projektgebiet spielen Industriebetriebe diesbezüglich jedoch nur eine untergeordnete Rolle.



Abbildung 23 Beispiel Cunewalder Wasser im Unterlauf

Für die Beschreibung des Hochwasserrisikos in Bezug auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ ist die Zahl der von Hochwasser *betroffenen Einwohner* ein wesentlicher Parameter. Entsprechende Zahlenwerte wurden für die Überschwemmungsbereiche des HQ₂₀₀, HQ₁₀₀ und HQ₅ ermittelt.

Insgesamt sind derzeit beim HQ₅ etwa 450 Einwohner, beim HQ₁₀₀ ca. 730 Einwohner und beim HQ₂₀₀ bis zu 840 Einwohner direkt von Überschwemmungen berührt. Somit ist bezogen auf die gesamte Bevölkerung das Hochwasserrisiko im Untersuchungsgebiet als erhöht zu bewerten.

Eine differenzierte Analyse der betroffenen Einwohner entlang des Cunewalder Wassers zeigt, dass die zentralen Siedlungsteile der Gemeinde Cunewalde (Finkengasse, Erlenweg, Bürger- und Gemeindezentrum, Schlosskellergasse, Am Nordhang, Zur Rabinke) besonders betroffen sind.



Abbildung 24 Flutbilder vom Hochwasser 2010 in „Zur Rabinke“ und „Erlenweg“

Weitere Ziele bezogen auf das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ im HWRM-Plangebiet Cunewalder Wasser bestehen darüber hinaus in der:

- Schaffung einer fundierten Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen zur Reduktion bestehender Risiken.
- Reduktion bestehender und Vermeidung neuer Risiken im Vorfeld von Hochwasserereignissen durch die Sicherung der Überschwemmungsflächen an den Gewässern im Einzugsgebiet.
- Information der Bevölkerung über Schutzmaßnahmen und Verhaltensvorsorge in Eigeninitiative bereitstellen.
- Reduktion bestehender Risiken im Hochwasserrisikogebiet durch die Realisierung von effizienten lokalen Baumaßnahmen. Konkretes Ziel ist dabei den Umfang der potenziell betroffenen Einwohner weiter zu reduzieren.
- Reduktion nachteiliger Folgen durch gezielte Ereignisnachlese nach einem Hochwasser. Ziel ist die Initiierung und fortlaufende Verbesserung hochwasserbezogener Organisationsprozesse und somit die weitergehende Risikoverringering.

5.1.2 Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“

Für das in den ermittelten Überschwemmungsgebieten liegende Schutzgebiet NATURA 2000 (FFH-Gebiet) „Spreegebiet oberhalb Bautzen“) sind derzeit, abgesehen von einer höheren stofflichen Beeinträchtigung durch Treibgut und kontaminiertes Flusswasser, keine nachteiligen Folgen zu erwarten. Die Ziele bezogen auf das Schutzgut „Umwelt“ sind deshalb eher übergeordneter Art:

- Abgleich der Maßnahmen des Managementplanes des Schutzgebietes und des Hochwasserschutzes sowie Erarbeitung von Ansatzpunkten zur Nutzung von Synergien.
- Ziel für das Schutzgut „Umwelt“ ist es dabei, neue und bestehende Risiken im Vorfeld von Hochwasserereignissen zu vermeiden bzw. zu reduzieren.
- Vorsorge zur Minderung von Risiken durch stoffliche Belastungen

5.1.3 Ziele bezogen auf das Schutzgut „Kulturerbe“

Als bedeutendes Kulturgut befindet sich der „Polenz-Park“, eine historische Parkanlage aus dem Jahre 1880, gemäß Analyse des Hochwasserrisikos im potentiellen Überschwemmungsgebiet des Cunewalder Wassers (vergl. Kapitel 4.3).



Abbildung 25 Foto Polenzpark

Nicht zuletzt verteilen sich im Überschwemmungsbereich in der zentralen Ortslage von Cunewalde zahlreiche Umgebinderhäuser, welche als Baudenkmäler ausgewiesen sind und sowohl im Falle eines Hochwassers HQ₁₀₀ als auch eines HQ₂₀₀ betroffen werden.

Von lokaler Bedeutung ist ferner der im potentiellen Hochwassergebiet liegende „Umgebinderhauspark“, welcher ein parkähnliches Freilichtmuseum darstellt.



Abbildung 26 Foto Freilichtmuseum „Umgebinderhäuserpark“

Der vollständige Schutz aller in den Überschwemmungsbereichen des Hochwassers HQ₁₀₀ und HQ₂₀₀ liegenden Kulturgüter ist nicht wirtschaftlich realisierbar. Somit haben die nachstehend aufgelisteten Ziele zum gegenwärtigen Zeitpunkt präventiven Charakter. Zudem ergeben sich aus den für die Schutzgüter „menschliche Gesundheit“ und „wirtschaftliche Tätigkeit“ definierten Zielen und den daraufhin abgeleiteten Maßnahmen Synergieeffekte, die den vornehmlich in Siedlungsflächen lokalisierten sonstigen Kulturgütern ebenfalls zugutekommen:

- Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers durch Sicherstellung einer rechtzeitigen Information und Warnung im Hochwasserfall inkl. einer funktionierenden Gefahrenabwehr.
- Durch Nutzung von Synergieeffekten zur Reduktion bestehender Risiken durch Schadstoffeintrag in die Gewässer - Ziel für das Schutzgut „Umwelt“ - werden auch in Bezug auf sonstige Kulturgüter, z.B. Polenz-Park, bestehende Risiken reduziert. Somit werden Kulturgüter gegen Umweltverschmutzungen besser abgesichert werden, die in Bezug auf reine Wasserbetroffenheit in der Vergangenheit eine gewisse Resilienz gezeigt haben.

5.1.4 Ziele bezogen auf das Schutzgut „wirtschaftliche Tätigkeiten“

Die Untersuchungen zum Hochwasserrisiko (siehe Kapitel 1.4) zeigen, dass im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers nur vereinzelte Flächen mit der Nutzung „wirtschaftliche Tätigkeiten“ von Hochwasser betroffen sind. Die ansässigen mittelständischen Betriebe haben ihre Betriebsstätten zum größten Teil in höheren Gewässerrandlagen, d.h. im Überschwemmungsbereich des HQ₁₀₀ bis HQ₂₀₀. Größere Gewerbebetriebe, wie z.B. ein Betonwerk, befinden sich außerhalb der Hochwassergefahr durch das Cunewalder Wasser und haben bei Starkniederschlägen höchstens partielle Entwässerungsprobleme.

Ein wirtschaftlicher Totalausfall der gesamten Region kann aufgrund der engbegrenzten Tallage des zentralen Ortsteiles von Cunewalde bei mittleren und flächendeckenden HW-Ereignissen (z.B. HQ₁₀₀) ausgeschlossen werden. Vereinzelt sind kleinere Dienstleistungs- oder Handwerksbetriebe von Hochwasser betroffen, z.B. Fleischerei und Handwerker. Somit ist es das Ziel des HWRMP Cunewalder Wasser auch in Bezug auf die „wirtschaftliche Tätigkeit“ durch konkrete Informationen zur Gefährdung neue Risiken zu vermeiden bzw. vorhandene weiter zu reduzieren.

Wie bereits für die vorangegangenen beiden Schutzgüter dargelegt, ist die vollständige Minimierung der Risiken durch Hochwasserereignisse in Bezug auf das Schutzgut „wirtschaftliche Tätigkeit“ weder ganz erreichbar, noch notwendig. In Bezug auf die wirtschaftlichen Tätigkeiten in „Mischgebieten“ wird an dieser Stelle auf die Beschreibung der Ziele für das Schutzgut „menschliche Gesundheit“ verwiesen.

Wesentlicher Bestandteil des Schutzgutes „wirtschaftliche Tätigkeit“ innerhalb der agrarisch geprägten Region im Tal des Cunewalder Wassers ist die Beeinträchtigung der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Rein ackerbaulich genutzte Flächen unterliegen nur einer geringen Beanspruchung durch die betrachteten Hochwasserereignisse. Im Szenario des HQ₅ sind bereits keine ackerbaulich genutzten Flächen mehr betroffen.

Deutlich höher ist der Anteil an Flächen des wirtschaftlich genutzten Grünlandes, welche innerhalb der Überschwemmungsgebiete der HQ₂₀₀, HQ₁₀₀ und HQ₅ - Szenarien liegt. Für diese Flächen ist zeitweise mit einem wirtschaftlichen Ausfall zu rechnen. Allerdings kommt einem erheblichen Anteil dieser Flächen bereits eine Retentionsfunktion zu, so dass aus volkswirtschaftlicher Perspektive die Überstauung dieser Flächen nicht als Schaden, sondern als Prävention zu werten ist.

Die Ziele in Bezug auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen bestehen vor allem im Schutz gegen Kontaminationen aus den, mit dem Hochwasser mitgeführten Stoffen.

5.1.5 Defizitanalyse und Schlussfolgerungen

Ausgehend von der umfassenden Beschreibung und Bewertung der Hochwassersituation im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers in den Kapiteln 1 und 5 ist festzuhalten, dass aufgrund des Umfangs der sich entlang des Cunewalder Wassers erstreckenden Siedlungsflächen ein *geringes bis mittleres* Hochwassergefährdungs- und -risikopotenzial für das Schutzgut menschliche Gesundheit besteht.

Ein verhältnismäßig *geringes* Risiko ist hingegen für die Schutzgüter Umwelt, Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeit festzustellen. Diese Einschätzung lässt sich neben der Siedlungs- und Wirtschaftsstruktur des Gebietes auf die spezielle Topographie des Einzugsgebietes zurückführen, die mit ihrem überwiegend engen Flussschlauch und den beidseitig ansteigenden Hangbebauungen zu einer Konzentration des Hochwassergeschehens auf die gewässernahen Zonen führt. Das wird noch verstärkt durch den mit der Besiedlung historisch entstandenen hohen Ausbaugrad des Gewässers mit Ufermauern als veralteten Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes.

Dennoch konnten in Bezug auf das Hochwasserrisikomanagement auch eine Reihe signifikanter Defizite herausgearbeitet werden. Diese sind ebenfalls in den Kapiteln 1 und 5 dargelegt sowie in den Maßnahmesteckbriefen für die jeweiligen Gewässerabschnitte konkretisiert. Sie können wie folgt zusammengefasst werden:

Defizite in Bezug auf die Schutzgüter:

- Trotz des insgesamt geringen Anteils der hochwassergefährdeten Bevölkerung sind entlang des Cunewalder Wassers nach Analyse der mit Hochwasserrisiko klassifizierten Flächen (siehe Kapitel 4.3) ca. 400 - 800 Personen potenziell derzeit betroffen.
- Neben der Bevölkerung sind im lokalen Einzelfall auch einige Industrieflächen als überschwemmungsgefährdet nachgewiesen, so dass im Hochwasserfall mit nachteiligen Folgen für die jeweiligen Betriebe zu rechnen ist.

Defizite in Bezug auf die Handlungsbereiche:

a) Flächenvorsorge

Die Sicherung der Überschwemmungsgebiete und Retentionsräume mit administrativen Instrumenten wurde im Freistaat Sachsen auf der Grundlage des *Einführungserlasses zur Änderung des Sächsischen Wassergesetzes* und des *Gesetzes zur Erleichterung des Wiederaufbaus sowie zur Verbesserung des Hochwasserschutzes vom 14.11.2002* sowie des *zweiten Gesetzes zur Änderung des SächsWG vom 18.10.2004* durchgeführt.

Entlang des Cunewalder Wassers bezog sich die Festsetzung auf Daten aus dem Jahre 2002, veröffentlicht u.a. auf Website des Landkreises Bautzen.

Für die HWRM-Pläne wurden nunmehr ein Hydrologisches Modell (Kapitel 3) und ein Hydraulisches Modell (Kapitel 4) des Einzugsgebietes neu erarbeitet, sowie über 350 aktuelle Vermessungsprofile des Gewässers aufgenommen. Da vor und während der Bearbeitung der HWRMP im Jahr 2012 vom Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN) kein hochauflösendes digitales Geländemodell DGM2 geliefert werden konnte, fußen die thematischen Karten der HWRMP auf dem DGM25.

Die Karten zu *Überschwemmungsflächen* sowie zu *Hochwasserrisiko* und *Hochwassergefahren* zeigen deshalb mit hinreichender Genauigkeit die ausgewiesenen Flächenabgrenzungen. Obwohl damit flurstücksgenaue Aussagen nur unverbindlich gemacht werden können, reicht die

Auflösung zur Darstellung und Beurteilung kleingebietsgenauer Hochwasserstände und für die nötigen Handlungsempfehlungen für Anliegergrundstücke aus. Das wurde insbesondere dadurch erreicht, dass die hydraulischen Gewässerberechnungen (Kapitel 4) unabhängig von der Auflösung des digitalen Geländemodells auf Basis eigener terrestrischer Vermessung bearbeitet wurden und so mit Zentimetergenauigkeit die Wasserspiegellagen an jeder Station des Cunewalder Wassers angeben. (vergl. Zusammenfassung zu Kapitel 4.3, ANLAGE 10 und ANHANG 3)

b) Natürlicher Wasserrückhalt

Im Handlungsbereich Natürlicher Wasserrückhalt sind Defizite vorhanden, die im Rahmen der Bearbeitung des Maßnahmenprogramms zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vermindert werden können.

Ebenfalls zur Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltes kann die Berücksichtigung von Hochwasserentstehungsrisiken im Rahmen des anstehenden Flurbereinigungsverfahrens sein. Auch die spätere Erstellung eines *Gewässerentwicklungskonzeptes* für das Cunewalder Wasser einschließlich des Einzugsgebietes ist für die Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltes in der Fläche zu empfehlen.

c) Technischer Hochwasserschutz

Die bestehenden nachteiligen Folgen von Hochwasser auf die Bevölkerung sowie die wirtschaftliche Tätigkeit können aufgrund der gegebenen Verhältnisse nicht vollständig reduziert werden. Es können jedoch technische Maßnahmen für einen ergänzenden Hochwasserrückhalt im oberen Einzugsgebiet oder durch lokale Maßnahmen an Seitenzuflüssen des Cunewalder Wassers zur Reduzierung des Hochwasserrisikos sinnvoll sein. Dazu gibt die HWRMP Handlungsempfehlungen ab und schlägt auch Standorte vor.

Für jedes größere Hochwasserschutz-Bauvorhaben sollte jedoch nach Ausarbeitung der bautechnischen Varianten und Kosten durch die Vorplanung (HOAI Lph 2) eine Nutzen-Kosten-Berechnung für den Nachweis der Wirtschaftlichkeit angestellt werden. Erfahrungsgemäß überschreiten zum Beispiel kleine und mittlere Hochwasserrückhaltebecken in der Gesamtkostenbetrachtung (Bauwerk plus aller Nebenkosten, wie Grunderwerb, Baugrunderkundung, Planung usw.) relativ schnell den erreichbaren monetären Nutzen. Der monetäre Nutzen ist bei Hochwasserschutzanlagen das vermeidbare Schadpotential über einen definierten Betrachtungszeitraum, üblicherweise der Dauer von 100 Jahren.

d) Hochwasservorsorge

Obwohl im Allgemeinen ein ausreichendes Bewusstsein für die Hochwassergefahr und das Hochwasserrisiko vorhanden ist (allerdings nach mehreren hochwasserfreien Jahren meist wieder nachlassend), konnte bei Recherchen vor Ort festgestellt werden, dass die betroffene Bevölkerung sowie die Industrie- und Gewerbebetriebe nur unzureichend über die Möglichkeiten der baulichen Vorsorge informiert sind.

Es wird empfohlen, im Rahmen der künftigen Offenlegung des HWRMP sowie durch zusätzliche Veranstaltungen Informationen zur Bauvorsorge anzubieten und das Bewusstsein für die Hochwassergefahren und die Eigenvorsorge wach zu halten.

Hochwasserereignisse werden in den betroffenen Kommunen im Katastrophenfall aufgrund der vorhandenen Erfahrung von den Mitarbeitern des Bauhofs, der Wasserwehr (soweit existent) bzw. der Feuerwehr bewältigt. In der Gemeinde Cunewalde liegt die schriftliche Fixierung und

Dokumentation der Alarm- und Einsatzplanung im Sinne einer Detaillierung der dezentralen Hochwasserdienstordnung in Form der Wasserwehrsatzung und der Alarmierungsunterlagen (vgl. Kapitel 7.5) vor.

Einheitliche Dokumente der Alarm- und Einsatzplanungen können über Softwarelösungen erstellt werden. Eine Softwarelösung, wie zum Beispiel INGE (Interaktive Gefahrenkarte für den kommunalen Hochwasserschutz), kann vom Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) bezogen werden. Mit dieser Software kann der Katastrophenabwehrplan örtlicher Behörden und Einsatzleitungen visualisiert werden und ist so ein hilfreiches Instrument für Entscheidungen bei der Planung, Durchführung und Nachbearbeitung der Katastrophenabwehr.

Eine geordnete Dokumentation historischer Hochwasserereignisse für das Cunewalder Wasser liegt bisher nicht vor. Es wurden nur einzelne datierte Berichte über Hochwasserereignisse, z.B. Fotos oder Zeitungsartikel, ohne wirklich auswertbare quantitative Daten gefunden. Auch Hochwasserschäden sind nur im Jahr 2010 mit quantitativem Ausmaß und geschätzter Schadenshöhe ausführlich dokumentiert worden.

Für die Zukunft wird deshalb empfohlen, die Dokumentation von Hochwasserereignissen nach einem einheitlichen, einfachen Muster durch die Gemeindeverwaltung oder einem entsprechend beauftragten Dritten durchzuführen. Schadensdokumentationen können zum Beispiel wie beim Formblatt-Erfassungsverfahren des Cunewalder Augusthochwassers 2010 hergestellt werden.

Schlussfolgerungen

Nach Analyse der Gefahren- und Risikokarten sowie der umfangreichen Plausibilisierung der Modellergebnisse vor Ort, wird trotz Hochwassergefährdung das *Hochwasserrisikopotenzial für die vier Schutzgüter Mensch, Umwelt, Wirtschaft und Kultur als relativ gering bis mittelmäßig* eingeschätzt.

Diese Einschätzung stützt sich auf folgende Punkte:

- In der Gemeinde Cunewalde sowie in den betroffenen Gebieten der Stadt Schirgiswalde-Kirschau ist das Bewusstsein für die Hochwassergefahr und das Hochwasserrisiko vorhanden. Geeignete Maßnahmen zur Minderung der nachteiligen Folgen von Hochwasser auf die vier Schutzgüter wurden in der Vergangenheit durch die Gemeinden geplant und durchgeführt.
- Die Gemeinden planen aktuell weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Situation. Das Spektrum an durchgeführten und geplanten Maßnahmen reicht von einfachen Unterhaltungsmaßnahmen zur Verbesserung der Abflusssituation über Maßnahmen aus dem Programm der Wasserrahmenrichtlinie bis zum Technischen Hochwasserschutz.
- In den Städten und Gemeinden liegen oft keine schriftlich fixierten Alarm- und Einsatzpläne für den Hochwasserfall vor, jedoch erfolgt die Durchführung von Maßnahmen durch die Bauhöfe oder die Feuerwehren nach bekannten Abläufen.
- Durch die Analyse des Ist-Zustands im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers konnten bestehende Defizite in den vier Handlungsbereichen ermittelt und dokumentiert werden.

5.2 Ermittlung des bestehenden Schutzgrades

- vergl. Karten in Anlagen 5, 6 und 7 -

Zielsetzung des Schutzes vor Hochwasser im 19. und 20. Jahrhundert war es, den Abfluss im Gewässer durch einen verstärkten Ausbau zu regeln. Die Hochwasserstände sollten durch einen möglichst raschen Abfluss flach gehalten werden. Hierzu wurden die Gewässer begradigt und die Profile so ausgebaut, dass das Hochwasser im Gewässerbett möglichst schnell abgeführt werden konnte. Diese Merkmale charakterisieren auch den gegenwärtigen Ausbauzustand des Cunewalder Wassers.

Die dominante Art der wasserbaulichen Anlagen im Cunewalder Wasser sind Bachmauern unterschiedlicher Höhe und Erhaltungszustandes. Ein einheitlicher Schutzgrad in der zentralen Ortslage der Gemeinde Cunewalde konnte damit jedoch nicht erreicht werden.

Während im **Oberlauf** oberhalb Polenz-Park und stellenweise auch innerhalb des Abschnittes bis zur Einmündung des Elzebaches teilweise ein Schutz bis HQ_{100} gewährt ist, ist dennoch an lokalen Stellen des Laufes bereits ab Hochwasser HQ_5 kein Schutz gegen Überflutung mehr gegeben. Die *technische* Versagenswahrscheinlichkeit für die bestehenden Bachmauern kann aufgrund fehlender Bestandsdaten an dieser Stelle nicht eingeschätzt werden.

Im **zentralen Siedlungsteil** der Gemeinde Cunewalde, insbesondere im Bereich Erlenweg und Gemeinde- und Bürgerzentrum, ist derzeit ein Schutz gegen Überflutung im Hochwasserfall bereits ab HQ_5 nicht mehr sicher gegeben. Auch im mittleren Abschnitt kann für die bestehenden *technischen* Anlagen keine Versagensprognose abgegeben werden.

Im **Unterlauf**, insbesondere auf den Flächen, die der Stadt Schirgiswalde-Kirschau zuzurechnen sind, tritt das Cunewalder Wasser in der Regel ab einem HQ_5 auf die Vorländer über. Obwohl und weil hier keine besonderen Einrichtungen zum Hochwasserschutz, z.B. Deiche oder Dämme, vorhanden sind, können die vorhandenen flachen Grünvorländer fast schadlos bis etwa HQ_{100} vernässt bzw. temporär überflutet werden.

Von der Gemeinde Cunewalde wurden drei zurzeit im Einzugsgebiet vorhandene Hochwasserrückhalteräume benannt, die allerdings heutigem Anlagenstandard nicht entsprechen bzw. desolat sind:

- a) Ein einfaches Rückhaltebecken in Erdbauweise im linken Seitenzufluss „Schwarzer Winkel“ oberhalb des Hundesportplatzes. Der Sperrdamm ist zurzeit vom Auguthochwasser 2010 beschädigt und deshalb funktionslos.



Abbildung 27 Rückhaltebecken Schwarzer Winkel

- b) Ein Feuerlöschteich mit Speisung aus Regenkanälen des „Gewerbegebiet Bärhäuser“, der ständig wassergefüllt ist und lediglich eine Staulamelle von 25 ... 60 cm Höhe als potentielles Volumen für den Starkregentrückhalt bereitstellt. Das Becken ist keine reguläre Hochwasserrückhalteanlage, da es kein öffentliches Gewässer bedient.



Abbildung 28 Löschwasserteich im Gewerbegebiet Bärhäuser

- c) Ein einfaches Rückhaltebecken in Erdbauweise als Feuerlöschteich im linken Seitenzufluss „Neuweigersdorfer Wasser“ zwischen den Gemeindeteilen Neuköblitz und Neuweigsdorf. Der Sperrdamm ist zurzeit vom Augsthochwasser 2010 durchbrochen und deshalb funktionslos.



Abbildung 29 Ehemaliges Rückhaltebecken Neuweigersdorfer Wasser

Alle drei Einrichtungen a), b) und c) entsprechen im Augenblick nicht den Betriebs-, Gestaltungs- und Sicherheitskriterien von Hochwasserrückhalteräumen nach den a.a.R.d.T. Die Anlagen haben jeweils nur geringes Volumen und konnten nachweisbar das letzte Schadenshochwasser im Jahr 2010 nicht spürbar mildern.

Es wird Aufgabe künftiger Fachplanungen sein, wirtschaftliche bauliche Lösungen für eine Ertüchtigung zu untersuchen und in die Objektplanung zu überführen. Dazu sind im Vorlauf die nötigen Grundlagen, wie Bestandsvermessungen, Bauwerksuntersuchungen und Baugrunderkundungen zu schaffen.

Die beschriebenen Standorte des Hochwasserrückhaltes wurden in den Maßnahmevorschlägen in Kapitel 7.1.3, Anlage 8 und Anlage 12 aufgeführt und zur Prüfung und Entwicklung zu wirksamen modernen Hochwasserrückhalteanlagen empfohlen.

5.3 Abschätzung des Schadenspotentials

5.3.1 Abschätzung des Schadenspotentials und Methodik

Hochwasserereignisse können in dicht besiedelten Gebieten hohe volkswirtschaftliche Schäden hervorrufen. Für die Höhe der Schäden spielen neben der betroffenen Siedlungsdichte und den unmittelbar an den Gewässerlauf grenzenden Nutzungen auch die Fläche des Überflutungsgebietes sowie die Einstautiefe und -dauer eine wesentliche Rolle. Die beiden letztgenannten Parameter sind unmittelbar abhängig vom Wiederkehrintervall des Hochwasserereignisses, wobei Ereignisse mit einer geringeren statistischen Wiederkehrwahrscheinlichkeit tendenziell zu höheren volkswirtschaftlichen Schäden führen. In der Gemeinde Cunewalde wird die Gefährdung im Hochwasserfall für die unmittelbaren Gewässeranlieger dadurch verstärkt, dass aufgrund der relativ engen Tallage sowie des beiderseits rasch ansteigenden Geländes schnell höhere Überstauungstiefen erreicht werden.

Für den Aspekt der monetären Beurteilung der Nachhaltigkeit der im Rahmen des Maßnahmenkonzeptes vorgesehenen Hochwasserschutzmaßnahmen muss der quantitative Umfang der durch die Maßnahmen potentiell vermeidbaren Schäden bekannt sein oder hilfsweise prognostiziert werden. Daher wird für das 5-jährige, 100-jährige und 200-jährige Wiederkehrintervall eine Monetarisierung der potentiellen Hochwasserschäden auf der Grundlage der prognostizierten Ausbreitungsfläche des Hochwasserereignisses und der wassertiefenabhängigen Schadensfunktionen durchgeführt.

Zur Bestimmung des Verlustes an volkswirtschaftlichem Vermögen während eines Hochwasserereignisses müssen den betroffenen immobilien und mobilen Vermögensgegenständen spezifische Vermögenswerte zugeordnet werden. In der Praxis haben sich hierfür zwei verschiedene Vorgehensweisen etabliert:

1. Belegung jedes einzelnen gefährdeten Objektes mit empirisch ermittelten Vermögens- bzw. Wiederherstellungswerten, z.B. Geschäftsobjekt mit pauschalisierten Werten bestehend aus Ladeneinrichtung, Arbeitsmitteln, Waren usw. in Höhe eines Betrages in Euro.
2. Flächennutzungsbezogener Ansatz mit Ansatz spezifischer Pauschalvermögenswerte in Euro je Quadratmeter, wie von der LTV-Methodik empfohlen.

Bei vorliegender Untersuchung eines gesamten Einzugsgebietes musste der zweite Ansatz verwendet werden, d.h. die Abschätzung des Schadensvolumens für die drei bestimmten Hochwasserszenarien wurde über die betroffenen Flächen und deren Landnutzungsformen vorgenommen. Für die detaillierte Analyse wurden die Daten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) verwendet.

Die allgemeine Beschreibung des Hochwasserrisikos eines betrachteten Einzugsgebietes auf der Basis pauschalisierter Flächenbeziehungen betrachtet gemäß HWRM-RL die Flächennutzungen, bzw. daraus abgeleitet, die wirtschaftlichen Tätigkeiten, die betroffenen Einwohner, die Gefahrenquellen (Kläranlagen und IVU-Betriebsstätten) sowie die Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete, Natura-2000-Gebiete und Badegewässer.

Detaillierte Erhebungen, vor allem zu Einzelobjekten, erfolgte in der hier vorgenommenen überschlägigen Schätzung des Hochwasserschadenspotentials hingegen nicht. Die Grundlage für die qualitative Analyse der wirtschaftlichen Tätigkeiten im Untersuchungsgebiet bildet daher die statistische Auswertung der Flächennutzungen in den ausgewiesenen Überschwemmungsgebieten (Kapitel 4.3) sowie die ermittelten Überschwemmungstiefen

(Kapitel 6.1), die bei den drei berücksichtigten Hochwasserszenarien zu erwarten sind. Die entsprechenden Ergebnisse können den Tabellen 14 und 17 entnommen werden.

Im Einzelnen wurden zur überschlägigen Ermittlung des volkswirtschaftlichen Schadens durch die betrachteten Hochwasserereignisse folgende methodische Schritte durchgeführt:

1. Erfassung der Landnutzung:

Zur Erfassung der unterschiedlichen Formen der Flächennutzung und vor allem zur Abschätzung der quantitativen Verteilung der unterschiedlichen Landnutzungsformen innerhalb der Überschwemmungsgebiete wurde auf die Daten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) zurückgegriffen. Als Landnutzungstypen wurden innerhalb der Siedlungsbereiche die Nutzungstypen: Wohnbauflächen, Flächen für Industrie- und Gewerbe, Verkehrsflächen, Gartenland und Flächen mit besonderer Prägung (Freizeit-, Stadtgrün- und Sportflächen).

Außerhalb des baurechtlichen Innenbereiches wurden die überschwemmungsgefährdeten Flächen den Nutzungstypen landwirtschaftliche Nutzfläche (Ackerland, Grünland), Wald & Forst sowie Gewässer zugeordnet.

2. Berechnung von Belastungsgrößen:

Durch die Verschneidung bzw. Überlagerung der für die drei Hochwasserszenarien rechnerisch ermittelten überschwemmungsgefährdeten Flächen mit den in der ALK hinterlegten Landnutzungstypen wurden die ereignis- und nutzungsspezifische Schadensgrößen berechnet. Diese bestehen in der Regel aus Flächengrößen und Einstauhöhen aufgliederter Flächenanteile der unter 1.) genannten Landnutzungstypen.

Abweichend von der bisherigen räumlichen Kulisse des HWRMP wurden für die Ermittlungen der Belastungsgrößen (hochwassergeschädigte Bereiche) auch die bei den jeweiligen Hochwasserereignissen überschwemmten Bereich der Nebengewässer betrachtet. Dieses Vorgehen wurde vor dem Hintergrund der lokalen Besonderheiten in der Gemeinde Cunewalde gewählt:

- a) die Analyse der Schäden durch das HW-Ereignis 2010 ergaben, dass an einigen Nebengewässern hochwertige Anlagen errichtet wurden (z.B. Erlebnisbad, Sportplatz, Polenzpark), deren hochwasserbedingte Schäden substantiell zur Gesamtschadensbilanz der Gemeinde beitrugen
- b) die geplanten Rückhaltmaßnahmen (HRR) liegen überwiegend an den Nebengewässern außerhalb der eigentlichen Ortslage, womit ein nicht unerheblicher Schutz auch den Anliegern der Nebengewässer unterhalb der geplanten Maßnahmen zuteilwird

Über die Bilanzierung der von den betrachteten Hochwasserereignissen beeinträchtigten Flächenanteile bestimmter Landnutzungstypen erfolgte eine erste Prognose der ereignis-spezifischen Hochwasserschäden. Im Schritt 3 wird diese Prognose durch die Berücksichtigung der Einstautiefen weiter präzisiert.

3. Berechnung des Schadenvolumens:

Mit den flächenbasierten Schadensgrößen können die zu erwartenden Hochwasserschäden für das Cunewalder Wasser und seine Nebengewässer ereignisabhängig prognostiziert werden. Die Monetarisierung dieser Schäden erfolgt über nutzungsspezifische Schadenshöhen in Euro pro m² betroffener Fläche

Die aus den ALK-Daten abgeleiteten und flächenmäßig bestimmten Landnutzungsarten wurden mit den spezifischen Vermögenswerten entsprechend der LTV-Methodik in Beziehung gesetzt. Aufgrund lokaler Besonderheiten innerhalb der Ortslage Cunewalde und vor dem Hintergrund bekannter Einzelschäden wurden die spezifischen Vermögenswerte an einigen Stellen an die tatsächlichen Gegebenheiten konkretisiert.

4. Ermittlung von Schadensfunktionen:

In diesem Schritt werden die bereits im vorherigen Abschnitt den Landnutzungstypen zugeordneten spezifischen Vermögenswerte entsprechend den vorhergesagten Einstautiefen gewichtet. Um die durch Hochwasserereignisse entstehenden Schäden an Objekten für unterschiedliche Hochwasserstände berechnen zu können, bedarf es sogenannter Schadensfunktionen, bei denen der Vermögensschaden in Abhängigkeit von einem oder mehrerer schadensverursachender Parameter definiert wird. Für die hier vorgenommene überschlägige Bewertung des Schadenspotentials wurde als einzige schadensverursachende Größe die Überstauhöhe herangezogen. Damit entspricht die gewählte Berechnungsmethode dem Vorgehen nach der LTV-Methode.

5. Analyse und Zusammenfassung der Schäden:

Auf der Grundlage der flächenbasierten Schadensgrößen, der den lokalen Verhältnissen angepassten spezifischen Vermögenswerte sowie der Schadensfunktionen wurde für alle betrachteten Hochwasserereignisse eine Gesamtschadensbilanz errechnet. Diese beinhaltet eine sektorale und regionale Aggregation der volkswirtschaftlichen Vermögensschäden, welche durch die betreffenden Hochwasserereignisse verursacht werden. Da die Bilanzierung der zu erwartenden Schadenshöhen bei Eintreten eines der untersuchten Hochwasserereignisse von einer volkswirtschaftlichen Perspektive ausgeht, sind die ermittelten Schadenssummen für die Gemeinde Cunewalde deutlich höher, als dies bei einer rein betriebswirtschaftlichen Analyse der Fall wäre (und folglich höher als die tatsächlich z.B. für das HW-Ereignis 2010 gemeldeten Schadenssummen).

Die im Rahmen des HWRMP Cunewalder Wasser vorgenommene Schadensbilanzierung beschränkt sich auf die gemittelte Berechnung von Sachschäden an Inventar und an Gebäuden (privat genutzte und öffentliche Gebäude sowie Wirtschafts- und Industriegebäude), Schäden an land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen sowie an der allgemeinen Infrastruktur und Kraftfahrzeugen.

Nicht oder nur sehr schwer monetär erfassbare Schäden wie Personenschäden, Viehschäden, ökologische Schäden (z. B. infolge Auslaufens von Schadstoffen), Bodenwertänderungen, Einkommenseffekte usw. sind von dieser Analyse nicht erfasst.

Die in Kapitel 4.3 ausgewiesenen Überschwemmungsflächen für die Hochwasserereignisse HQ5, HQ100 und HQ200 umfassen zwischen 2,60 % und 4,00 % der Gesamtfläche der Gemeinde Cunewalde einschließlich des vom Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers berührten Teils der Stadt Schirgiswalde/Kirschau. Die geringe flächige Ausdehnung der

Hochwasserereignisse innerhalb der beiden Gebietskörperschaften ist vor allem auf die Lage der Ortschaft innerhalb des engen Cunewalder Tales zurückzuführen. Dies resultiert innerhalb der überschwemmten Bereiche punktuell zu vergleichsweise hohen Hochwasserständen (vgl. Kap. 6.1).

Entsprechend dem räumlichen Muster der unterschiedenen Flächennutzungen innerhalb der ausgewiesenen Überschwemmungsbereiche werden die Siedlungs- und Verkehrsflächen im Falle eines Eintretens der untersuchten Hochwasserereignisse am umfangreichsten beansprucht (Tabelle 12).

Innerhalb dieser Nutzungsklassen ist aufgrund der sehr dichten Bebauung der Gewässerrandbereiche erwartungsgemäß die eigentliche Wohnbebauung besonders betroffen. Folglich haben auch die prognostizierten Sachschäden im privaten Wohnbereich (Gebäude, Inventar, Hof und Garten), Öffentliche Einrichtungen (Gemeinde- und Bürgerzentrum), Einrichtungen von Handel und Gewerbe (Gebäude, Inventar, Lagerbestände) sowie Industrie (Gebäude, Inventar, Lagerbestände) einen erheblichen Einfluss auf die in Tabelle 13 ermittelten potentiellen Schadenshöhen.

Die dichte Bebauung der Tallage des Cunewalder Tales führt ferner dazu, dass unter den eingestauten Flächen auch ein substantieller Anteil auf die Elemente der untergeordneten Verkehrsinfrastruktur (Plätze, Wege, Nebenstraßen) entfällt.

Die land- und forstwirtschaftlichen Kulturen und Böden spielen aufgrund der Verteilung der Flächennutzung im Gemeindegebiet von Cunewalde in Bezug auf die Flächenbilanz innerhalb der hochwasserbeeinflussten Bereiche nur eine moderate bis geringe Rolle. Das quantitativ stärker betroffene Grünland ist häufig in Form gewässerbegleitender Auen ausgeprägt. Auf diesen Standorten überlagert sich die natürliche Funktion als Retentionsraum mit der wirtschaftlichen Funktion des produktiven Grünlandstandortes. Da diese Flächen auf temporäre Überflutungen hin angepasst sind ist die zeitweilige Nutzungsbeschränkung (Produktionsausfall) der einzige relevante volkswirtschaftliche Parameter.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im Gemeindegebiet Cunewalde potentielle volkswirtschaftliche Vermögensschäden vor allem durch die Beeinträchtigung von privat oder öffentlich genutzten Immobilien einschließlich deren Inventar sowie von Infrastruktureinrichtungen ausgelöst werden.

Innerhalb der betroffenen Flächen der Stadt Schirgiswalde-Kirschau werden die vorhandenen Siedlungsstrukturen und damit privates Wohneigentum oder öffentliche Einrichtungen nur im Fall von Hochwässern mit geringerer Wiederkehrwahrscheinlichkeit (HQ₁₀₀ bzw. HQ₂₀₀) beansprucht.

Mit nachstehender Tabelle wird die tatsächliche Flächennutzung (IST-Zustand) ausgewählter Landnutzungsformen der schadensanfälligen Überschwemmungsbereiche in den Gemeinden Cunewalde und Schirgiswalde/Kirschau in Beziehung gesetzt zur Größe der szenarienabhängig betroffenen Flächenanteile in Hektar und in Prozent.

Tabelle 12: Verteilung der Flächennutzung für ausgewählte Landnutzungsformen innerhalb der Überschwemmungsbereiche der betrachteten Hochwasserszenarien. Die Prozentangaben beziehen sich auf die betroffenen Gesamtflächen in der Gemeinde Cunewalde und der Stadt Schirgiswalde/Kirschau

Flächennutzung	Gemeinde, gesamt [ha]	HQ200 [ha]	HQ100 [ha]	HQ5 [ha]
Bodenfläche / Überschwemmungsfläche gesamt	2662	107,29 (4,03 %)	97,14 (3,65 %)	79,31 (2,98 %)
Siedlungs- und Verkehrsfläche	329	35,36 (10,74 %)	26,72 (8,12 %)	17,21 (5,23 %)
Gebäude- und Freifläche	183	32,8 (17,92 %)	26,0 (14,21 %)	16,4 (8,96 %)
Erholungsfläche	31	5,79 (18,68 %)	5,67 (18,29 %)	4,16 (13,42 %)
Straße, Weg, Platz	94	13,87 (14,75 %)	10,87 (11,56 %)	6,37 (6,78 %)
Landwirtschaftsfläche	1188	59,61 (5,02 %)	49,07 (4,13 %)	45,20 (3,80 %)
Waldfläche	1105	5,78 (0,52 %)	5,54 (0,50 %)	4,43 (0,40 %)

Die generalisierte Ermittlung der volkswirtschaftlichen Vermögenswerte für die ausgewählten Hochwasserereignisse HQ₅, HQ₁₀₀, HQ₂₀₀ stellt die wesentliche Voraussetzung dar, um die Wirkung von zusätzlichen Schutzmaßnahmen monetär bewerten zu können. Dazu werden den erfassten Flächenanteilen der unterschiedlichen Nutzungsklassen aus Tabelle 12 spezifische Vermögenswerte zugewiesen.

Die Berechnung des Schadenspotentials durch die Hochwassergefährdungen war lt. Aufgabenstellung nach der „*Empfehlung für die Ermittlung des Gefährdungs- und Schadenpotentials bei Hochwasserereignissen sowie für die Festlegung von Schutzzielen*“ der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen vom 18.02.2003 sowie deren Fortschreibung mit der „*Mitteilung aktualisierter Vermögenswerte*“ vom 08.01.2013 vorzunehmen, was im Prüfbericht der Landesdirektion Sachsen vom 25.02.2013, Abschnitt 3d, wiederholt wurde.

Eine Übersicht der anzusetzenden Vermögenswerte und Schadensfunktionen nach dieser Methode gibt Tabelle 13. Die nachstehende Abschätzung des Schadenspotentials fußt bereits auf den neuen Wertansätzen der Landestalsperrenverwaltung vom Januar 2013. Dort ebenfalls verzeichnet sind die nutzungsspezifischen Schadensfunktionen für die ausgewiesenen Überflutungstiefen der Hochwasserrisikokarte.

Für die Bilanzierung kamen jeweils die oberen Werte der Überflutungstiefenklassen (vergl. Kapitel 6) zum Ansatz. Für die Klasse 3 (Überflutungstiefe > 1m) wurde mit einer mittleren Überflutungstiefe von 1,5 m gerechnet.

Tabelle 13: Übersicht über Vermögenswerte und Schadensfunktionen nach Nutzungsarten und Überstauungstiefenklassen

Nutzungs-klasse	Nutzungsart	Überflutungstiefe	Schadensfunktion	Schadens-grad [%]	Vermögens-wert [€/m ²]
1	Siedlungsflächen				
1A		Siedlung immobil (max = 518,00 EUR)			
		UET 1 (0 – 0,5 m)	SG = 2 h ² + 2 h (SGmax = 100%)	1,50	7,77
		UET 2 (0,5 – 1,0 m)		4,00	20,72
		UET 3 (> 1,0 m)		7,50	38,85
1B		Siedlung mobil (max = 110,00 EUR)			
		UET 1 (0 – 0,5 m)	SG = 11,4 h + 12,625 (SGmax = 100%)	18,32	20,15
		UET 2 (0,5 – 1,0 m)		24,02	26,42
		UET 3 (> 1,0 m)		29,72	32,69
1C		Siedlung PKW-Schäden (max = 24,00 EUR)			
		UET 1 (0 – 0,5 m)	SG = 16 h - 4 (0,25 < h < 1,5)	4,00	0,96
		UET 2 (0,5 – 1,0 m)		12,00	2,88
		UET 3 (> 1,0 m)	SG = 20 (h ≥ 1,5)	20,00	4,80
2	Industrie/Gewerbe				
2A		Industrie/Gewerbe immobil			
		UET 1 (0 – 0,5 m)	SG = 2 h ² + 2 h (SGmax = 100%)	1,50	18,63
		UET 2 (0,5 – 1,0 m)		4,00	49,68
		UET 3 (> 1,0 m)		7,50	93,15
2B		Industrie/Gewerbe mobil			
		UET 1 (0 – 0,5 m)	SG 7 h + 5 (SGmax = 100%)	8,50	10,54
		UET 2 (0,5 – 1,0 m)		12,00	14,88
		UET 3 (> 1,0 m)		15,50	19,22

Die volkswirtschaftlichen Vermögensschäden in den ausgewiesenen potenziellen Überflutungsgebieten für die Hochwasserereignisse HQ5, HQ100 und HQ200 sind abhängig von Größe, Einstautiefe und Besiedlungsdichte der Bereiche sehr unterschiedlich. Sie wurden von der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen aus den umfangreichen Erfahrungen der Hochwasserereignisse der letzten beiden Jahrzehnte extrahiert und, wie bereits erwähnt, letztmalig im Januar 2013 aktualisiert.

In Tabelle 14 sind die Ergebnisse der Schadenshöhenermittlung für die potenziellen Hochwasserereignisse im heutigen Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers dargestellt:

Tabelle 14: Schadenswerte und Bilanzsummen für die hochwasserbedingten Schäden in Bezug auf die untersuchten Hochwasserereignisse im IST-Zustand (UET ... Überflutungstiefenklasse, GSF... Grünanlagen, Sport- und Freizeitflächen)

Flächen- nutzung	HQ ₂₀₀ [ha]	HQ ₁₀₀ [ha]	HQ ₅ [ha]	Vermögens- wert [€/m ²]	HQ ₂₀₀ [€]	HQ ₁₀₀ [€]	HQ ₅ [€]
Teilberechnung Hauptlauf Cunewalder Wasser im Siedlungsbereich Cunewalde							
Siedlungs- flächen (gesamt)							
UET 1	5,52	4,92	4,01	28,88	1.593.136	1.422.051	1.157.885
UET 2	1,87	1,79	0,76	53,02	989.883	948.262	405.072
UET 3	2,89	2,72	4,31	79,34	2.293.878	2.157.492	342.114
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 1	0,32	0,28	0,20	29,17	92.089	81.063	57.931
UET 2	0,54	0,50	0,08	67,56	366.850	339.691	53.845
UET 3	0,93	0,91	0,90	115,37	1.069.018	1.055.750	1.044.560
Verkehrs- flächen	10,15	9,15	2,52	30,00	3.045.930	2.744.490	75.660
landwirt- schaftliche Nutzfläche (gesamt)	21,71	17,65	17,12	0,20	43.419	35.300	34.245
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			0,23	wurde nicht gesondert aufgelöst		
Grünland				0,11			
Gartenland	0,05	0,05	0,03	5,55	2.747	2.619	1.476
Wald/Forst	2,61	2,43	2,25	1,00	26.112	24.284	22.489
GSF	2,26	2,15	1,31	35,00	790.370	752.745	460.425
Gewässer	7,57	6,60	5,70	56,50	4.277.332	3.729.226	3.221.404
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					14.590.767	13.292.977	6.877.109

Teilberechnung Hauptlauf Cunewalder Wasser im Siedlungsbereich Schirgiswalde/Kirschau							
Siedlungsflächen (gesamt)							
UET 1	0,06	0,02	0,01	28,88	16.057	5.054	3.610
UET 2	0,00	0,00	0,00	53,02	0	0	0
UET 3	0,00	0,00	0,00	79,34	0	0	0
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 1	0,004	0,002	0,00	30,17	1.206	603	0
UET 2	0,10	0,09	0,06	67,56	69.113	63.033	44.116
UET 3	0,07	0,04	0,03	115,37	85.950	46.148	35.995
Verkehrsflächen	0,06	0,06	0,00	30,00	19.380	19.380	0
landwirtschaftliche Nutzfläche (gesamt)	21,07	16,67	8,17	0,20	42.123	33.337	16.334
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			0,23	wurde nicht gesondert aufgelöst		
Grünland				0,11			
Gartenland	0,00	0,00	0,00	5,55	0	0	0
Wald/Forst	0,00	0,00	0,00	1,00	0	0	0
GSF	2,76	2,55	0,84	35,00	967.890	892.045	294.385
Gewässer	0,17	0,17	0,17	56,50	94.524	94.524	94.524
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					1.296.246	1.154.125	488.966

Teilberechnung Nebengewässer des Cunewalder Wassers im Siedlungsbereich Cunewalde							
Siedlungsflächen (gesamt)							
UET 2	2,01	1,75	1,44	54,08	1.089.658	947.536	777.670
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 2	0,30	0,26	0,16	71,03	216.357	181.979	116.489
Verkehrsflächen	1,94	1,67	1,42	30,00	584.760	499.800	424.950
landwirtschaftliche Nutzfläche (gesamt)	16,84	15,76	9,56	0,20	33.690	31.531	19.114
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			wurde nicht gesondert aufgelöst			
Grünland							
Gartenland	0,00	0,00	0,00	5,55	0	0	0
Wald/Forst	3,17	3,11	2,18	1,00	31.681	31.107	21.810
GSF	3,64	3,60	0,55	50,00	1.822.550	1.797.750	273.900
Gewässer	2,85	2,83	1,08	44,00	1.252.020	1.247.620	474.496
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					5.030.716	4.737.322	2.108.430
Vermögensschäden durch HW-Ereignis gesamt					20.917.730	19.184.425	9.474.506

Erwartungsgemäß steigen die volkswirtschaftlichen Vermögensschäden mit abnehmender Jährlichkeit des HW-Ereignisses. Im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers ist demnach ohne neue Maßnahmen zum Hochwasserschutz bei einem HQ₅-Ereignis mit einem volkswirtschaftlichen Vermögensschaden von bis zu 9,47 Mio. Euro zu rechnen. Im Ereignisfall eines HQ₁₀₀ kann die Schadenssumme auf rund 19,18 Mio. Euro steigen, was einer Zunahme von ca. 49 Prozent gegenüber dem HQ₅-Ereignis entspräche.

Für den Extremfall eines HQ₂₀₀ weist die Schadensbilanz einen potenziellen volkswirtschaftlichen Vermögensschaden von ca. 20,92 Mio. Euro aus. Dies entspricht im Vergleich zu einem 100-jährigen Hochwasserereignis nur noch einer Zunahme der Vermögensschäden um ca. 8 Prozent. Damit spiegelt sich auch in den berechneten Vermögensschäden die aus der topographischen Lage resultierende besondere Situation der

Ortslage Cunewalde wider. Aufgrund der ausgeprägten Tallage steigen die zu erwartenden Hochwasserschäden bei Ereignissen mit geringen Jährlichkeiten zunächst relativ schnell an. Die Steigerung der zu erwartenden Hochwasserschäden verhält sich in etwa umgekehrt proportional zur Zunahme der Jährlichkeit, so dass seltenere Hochwasserereignisse vergleichbare Schadensbilder hinterlassen.

Das bei einem HQ_{100} durchschnittlich schon ca. 90 % des Schadens eines HQ_{200} erreicht werden, ist auf das Auffüllen von Geländesenken zurückzuführen, welche bei einem HQ_{100} teilweise schon mehrere Dezimeter eingestaut sind. Die zusätzlichen 10 bis ca. 50 cm Zunahme der Wassertiefen durch die erhöhten Wasserspiegellagen beim HQ_{200} führen dann zu einer vergleichsweise geringen Erhöhung der Schäden.

Der quantitativ höchste Anteil der prognostizierten Vermögensschäden im Falle eines Eintretens der betrachteten Hochwasserereignisse entfällt auf die Siedlungs- und Wohnbauflächen innerhalb der Ortslagen. Bei allen drei Ereignissen erreicht dieser Nutzungstyp einem Anteil von ca. 30% an den Gesamtschäden. Im überstauten Gebiet liegen je nach betrachtetem Hochwasserereignis 461 (HQ_{200}), 416 (HQ_{100}) oder 257 (HQ_5) Gebäude. Diese werden zu über 90% zu Wohnzwecken genutzt.

Die im Hochwasserfall betroffene Siedlungsfläche verdoppelt sich ebenfalls von 17 ha im Fall eines 5jährigen HW-Ereignisses auf 35 ha im Fall des Extremhochwassers. Aufgrund der unterschiedlichen Verteilung der Überflutungstiefenklassen verläuft die Zunahme der Vermögensschäden jedoch nicht proportional zur Flächenstatistik.

Ebenfalls eine lokale Besonderheit innerhalb der Gemeinde Cunewalde mit substantiellem Einfluss auf die Schadensbilanzierung ist das Vorkommen mehrerer hochwertiger Einzelobjekte im Überflutungsbereich der Fließgewässer. Daher erreicht auch der Nutzungstyp der Grün-, Sport- und Freizeiflächen (GSF) einen vergleichsweise hohen Anteil an den prognostizierten Vermögensschäden.

Räumlich konzentrieren sich die Vermögensschäden innerhalb des betroffenen Siedlungsgebietes auf den Mittellauf des Cunewalder Wassers. Im Unterlauf wird das Cunewalder Wasser hingegen von Auenbereichen flankiert, welche als Retentionsraum zur Verfügung stehen und das Hochwasserrisiko für die sich anschließenden Siedlungsflächen deutlich mindern.

Die Gewerbe- und Industriebetriebe machen nur ca. 10% der gesamten Objektanzahl aus. In dieser Größenordnung liegen auch die in Relation zu den Siedlungsflächen bilanzierten Vermögensschäden für die Nutzungsart „Industrie / Gewerbe“. Klassische Industriebetriebe mit hohen Lagerbeständen sind durch die Hochwasserereignisse sowohl in der Gemeinde Cunewalde als auch in den zur Gemeinde Schirgiswalde-Kirschau gehörenden Flächen nicht betroffen.

Für das Management von Hochwassersituation der Gemeinde Cunewalde problematisch ist ebenfalls, dass das Bürger- und Gemeindezentrum der Gemeinde Cunewalde nach den dieser Planung zugrundeliegenden Berechnungen bereits bei einem Hochwasser mit 5-jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit betroffen sein kann. Dies hat vor allem organisatorisch-logistische Auswirkungen auf die Koordination der Abwehrmaßnahmen und kann somit eine negative Rückkopplung auf die Vermeidung von Hochwasserschäden haben.

Das geschätzte Schadenspotential an den übrigen öffentlichen Einrichtungen in der Gemeinde Cunewalde beträgt ca. 1% der Gesamtschadenssumme.

Die Schäden an Flächen der Land-/Forstwirtschaft sowie Infrastruktur machen bei allen betrachteten Jährlichkeiten einen vergleichsweise niedrigen Anteil an den Gesamtschäden aus, wie aus der Zusammenstellung hervorgeht.

5.3.2 Bewertung des Schadenspotentials im Vergleich zu realen Schadensbilanzen

Wie bereits in Kapitel 5.1 beschrieben, ist die Dokumentation von Hochwasserereignissen in Kommune und Fachbehörden in der Vergangenheit nicht in der Weise erfolgt, dass vergleichbare Aufzeichnungen zur Bewertung der in dieser Untersuchung ermittelten Ergebnisse vorlägen. Daher konnte bei der Bearbeitung der HWRMP zum Vergleich mit der in Kapitel 5.3.1 dargestellten Schadensbilanzierung nur die Schadensaufnahme der Schäden aus dem Hochwasserereignis vom August 2010 herangezogen werden.

Die Erfassung der Hochwasserschäden nach dem August 2010 erfolgte leider nicht stringent und systematisch gegliedert nach Flächennutzungsbetroffenheit bzw. Wirtschaftsbereiche. Das Hochwasser entsprach (allerdings ohne fachliche Belege anführen zu können) wahrscheinlich in seiner Größenordnung in etwa mindestens einem hunderjährigen Ereignis.

Die durch das Hochwasser 08/2010 verursachten Schäden an privat wie gewerblich genutzten Grundstücken und Gebäuden des Siedlungsgebietes wurden von der Gemeindeverwaltung durch Fragebögen ermittelt. Darin konnten die Betroffenen Eigenangaben zur geschätzten Höhe ihrer erlittenen Schäden machen. Allerdings blieben neben den natürlichen Unsicherheiten bezüglich der monetären Angaben auch hinsichtlich der Kategorisierung der Schäden einige Fragen offen: Zum Beispiel machten Gewässeranlieger oft Schäden an „ihren“ Stützmauern oder Gewässerböschungen geltend, ohne dass damals zeitnah zu verifizieren war, in wessen Unterhaltungspflicht bzw. Wasserrecht diese am Ende gehören.

Hingegen wurden alle Schäden an der kommunalen Gewässerinfrastruktur von der Gemeinde Cunewalde nach Vorgabe der Wasserbehörden mit Hilfe eines Ingenieurbüros im Einzelnen vor Ort erfasst, kategorisiert und zum Zwecke des förderrelevanten Wiederaufbaues mit entsprechenden Einzelkostenannahmen versehen.

In Tabelle 15 werden einige der Schadenerfassungsergebnisse des Augusthochwassers 2010 den oben berechneten Schadenspotenzialen für die Szenarien HQ5, HQ100 und HQ200 gegenübergestellt. Die Spalten 3 und 4 erfassen in Summe nicht alle Schadensfolgen des Hochwassers von 2010, weil z.B. Nebenkosten, wie Organisationsaufwand, Reinigungsaufwand u.ä., sowie dem Bearbeiter nicht bekannte weitere Schadenskategorien (z.B. Straßeninfrastrukturschäden) im Gesamteinzugsgebiet hinzuzurechnen wären, um eine annähernde Vergleichbarkeit mit den flächenbezogenen Schadenpotenzialen nach LTV-Methodik herzustellen.

Tabelle 15: Vergleich berechnete Schadenspotentiale (IST) mit HW-Schadenssummen 08/2010

Berechnete Schadenspotentiale für Hochwasserszenarien HW 5, 100 u. 200		Erfasste Schadenshöhen nach Hochwasser August 2010	
Szenarium HQ _(T)	Max. Schadenspotenzial (IST-Zustand) für HW-betroffene Flächen des Einzugsgebietes (Berechn. LTV-Methodik 2013)	Eigentütermeldungen private Wohn- und Gewerbegrundstücke und teilweise Gewässerufer (unverifiziert)	Kommunale Schadenerfassung öffentliche Infrastruktur einschl. Gewässer (Quelle: GV Cunewalde)
HQ ₅	9,47 Mio. Euro	3,2 Mio. Euro	8,164 Mio. Euro
HQ ₁₀₀	19,18 Mio. Euro		
HQ ₂₀₀	20,92 Mio. Euro		

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der vordringlichen Maßnahmevorschläge im Kapitel 7.6.1 eine vollständige Schadenspotenzial-Berechnung in Kapitel 5.3.3 inklusive spezieller Hochwassergefahrenkarten in Anlage 6.2 für den Fall der alleinigen Umsetzung nur prioritärer Maßnahmen (gemäß Kapitel 7.7 und Anlage 8.1) vorgenommen wurde, da dies für die Gemeinde Cunewalde von starkem Interesse war.

Zusammenfassend kann der Schluss gezogen werden, dass die Berechnung des Schadenpotenziales für ausgewählte Hochwasserszenarien im Gesamteinzugsgebiet nach der LTV-Methodik, welche auf der Basis flächennutzungsbezogener spezifischer Pauschalvermögenswerte in Euro je Quadratmeter durchgeführt wird, grundsätzlich brauchbare Ergebnisse lieferte, wenn beachtet wird, dass in vorstehender tabellarischer Gegenüberstellung nicht alle tatsächlichen Schäden in Spalte 3 und 4 erfasst werden konnten.

Auch für die Gemeinde Cunewalde steht die Bilanzierung der tatsächlichen monetären Schadenshöhen aus den Hochwässern vom August 2010 und dem aktuellen Hochwasser vom Juni 2013 noch bevor. Die Instandsetzung der Hochwasserschäden hat derzeit erst begonnen und ist bei Weitem noch nicht in Summe abgerechnet. Die Vergleiche aus Tabelle 15 und daraus abgeleitete Schlussfolgerungen besitzen deshalb nur vorläufigen Charakter.

Grundsätzlich kann ein monetärer Vergleich des errechneten, eher volkswirtschaftlich ausgerichteten Schadenpotenziales mit den eher nach betriebswirtschaftlichen Erwägungen ermittelten tatsächlichen Schadenssumme nur ein äußerst unvollkommenes Hilfsmittel sein, um einzelne Hochwasserereignisse einer bestimmten Auftretenswahrscheinlichkeit zuzuordnen. Diese Vergleiche können - wie im Falle des Cunewalder Wassers - nicht die fehlenden wirklich ortsbezogenen hydrologischen Dokumentationen, wie Niederschlags-, Abfluss- und Pegelaufzeichnungen, ersetzen.

5.3.3 Ermittlung des Schadenspotentials für PLAN-Zustand prioritär

Wie vorstehend begründet, wurde zur Untersuchung der Wirtschaftlichkeit die komplette Schadenspotenzialberechnung für den Fall der kurz- bis mittelfristigen Umsetzung nur der als prioritär herausgestellten Maßnahmevorschläge vorgenommen.

Dazu musste zwischen dem digitalen Geländemodell und den Ergebnissen der speziellen hydraulischen Berechnung für den Fall PLAN-Zustand prioritär (ANHANG 3.17 bis 3.19) eine Verschneidung vorgenommen werden, um die Verteilung der Flächennutzung für ausgewählte Landnutzungsformen innerhalb der Überschwemmungsbereiche der betrachteten Hochwasserszenarien nach Umsetzung der prioritären Maßnahmen zu quantifizieren.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 16: Verteilung Flächennutzung Überschwemmungsbereiche PLAN-Zustand prioritär

Flächennutzung	Fläche gesamt [ha]	HQ200 [ha]	HQ100 [ha]	HQ5 [ha]
Bodenfläche / Überschwemmungsfläche gesamt	2662	81,45 (3,06 %)	83,45 (3,13 %)	71,05 (2,67 %)
Siedlungs- und Verkehrsfläche	329	34,69 (10,54 %)	21,78 (6,62 %)	16,35 (4,97 %)
Gebäude- und Freifläche	183	31,94 (17,45 %)	20,13 (11,00 %)	15,02 (8,21 %)
Erholungsfläche	31	2,22 (7,16 %)	1,38 (4,45 %)	1,10 (3,55 %)
Straße, Weg, Platz	94	0,52 (0,55 %)	0,27 (0,29 %)	0,22 (0,23 %)
Landwirtschaftsfläche	1188	35,33 (2,97 %)	26,50 (2,23 %)	23,41 (1,97 %)
Waldfläche	1105	5,65 (0,51 %)	3,83 (0,35%)	3,54 (0,32 %)

Die Prozentangaben beziehen sich auf die betroffenen Gesamtflächen in der Gemeinde Cunewalde und der Stadt Schirgiswalde/Kirschau. Die grafische Darstellung der nach Umsetzung der prioritären Maßnahmevorschläge verbleibenden flächenbezogenen Hochwasserintensitäten ist auf den speziellen Hochwasserrisikokarten der Anlage 6.2 enthalten.

Daran anschließend konnte mit der bereits beschriebenen und von der Aufgabenstellung vorgegebenen Methodik der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen das verbleibende Schadenspotenzial nach Umsetzung der prioritären Maßnahmevorschläge berechnet werden.

Die Ergebnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle 17: Schadenswerte und Bilanzsummen für die hochwasserbedingten Schäden in Bezug auf die untersuchten Hochwasserereignisse im PLAN-Zustand (UET ... Überflutungstiefenklasse, GSF... Grünanlagen, Sport- und Freizeitflächen)

Flächen- nutzung	HQ ₂₀₀ [ha]	HQ ₁₀₀ [ha]	HQ ₅ [ha]	Vermögens- wert [€/m ²]	HQ ₂₀₀ [€]	HQ ₁₀₀ [€]	HQ ₅ [€]
Teilberechnung Hauptlauf Cunewalder Wasser im Siedlungsbereich Cunewalde							
Siedlungs- flächen (gesamt)							
UET 1	5,14	3,87	3,82	28,88	1.485.154	1.117.309	1.104.487
UET 2	1,75	1,11	0,69	53,02	930.342	587.727	364.566
UET 3	2,17	0,70	0,39	79,34	1.725.248	556.491	307.919
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 1	0,31	0,20	0,19	29,17	92.090	57.727	57.932
UET 2	0,53	0,38	0,08	67,56	360.433	256.255	53.372
UET 3	0,90	0,65	0,81	115,37	1.036.484	751.866	939.112
Verkehrs- flächen	6,92	6,83	0,22	30,00	2.077.020	2.048.010	68.100
landwirt- schaftliche Nutzfläche (gesamt)	20,46	14,55	14,11	0,20	40.928	29.102	28.221
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			0,23	wurde nicht gesondert aufgelöst		
Grünland				0,11			
Gartenland	0,04	0,02	0,02	5,55	2.103	921	855
Wald/Forst	2,20	2,11	2,02	1,00	21.986	21.128	20.240
GSF	2,03	1,57	1,18	35,00	709.940	551.320	414.365
Gewässer	7,09	6,25	5,13	40,00	2.837.800	2.499.640	2.052.560
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					11.319.528	8.221.242	5.411.727

Teilberechnung Hauptlauf Cunewalder Wasser im Siedlungsbereich Schirgiswalde/Kirschau							
Siedlungsflächen (gesamt)							
UET 1	0,00	0,00	0,00	28,88	0,00	0,00	0,00
UET 2	0,00	0,00	0,00	53,02	0,00	0,00	0,00
UET 3	0,00	0,00	0,00	79,34	0,00	0,00	0,00
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 1	0,00	0,00	0,00	30,17	0,00	0,00	0,00
UET 2	0,085	0,081	0,025	67,56	57.291	55.061	17.160
UET 3	0,068	0,036	0,006	115,37	78.221	41.533	6.461
Verkehrsflächen	0,06	0,06	0,00	30,00	16.950	16.950	0,00
landwirtschaftliche Nutzfläche (gesamt)	18,43	14,44	5,16	0,20	36.856	28.881	10.325
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			0,23	wurde nicht gesondert aufgelöst		
Grünland				0,11			
Gartenland	0,00	0,00	0,00	5,55	0	0	0
Wald/Forst	0,00	0,00	0,00	1,00	0	0	0
GSF	2,22	2,12	0,45	35,00	776.545	742.035	159.320
Gewässer	0,17	0,17	0,09	40,00	68.840	66.920	36.200
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					1.034.703	951.381	229.466

Teilberechnung Nebengewässer des Cunewalder Wassers im Siedlungsbereich Schirgiswalde/Kirschau							
Siedlungsflächen (gesamt)							
UET 2	1,00	0,87	0,72	54,08	544.829	473.768	388.835
Industrie / Gewerbe (gesamt)							
UET 2	0,15	0,13	0,08	71,03	108.178	90.989	58.244
Verkehrsflächen	0,97	0,83	0,71	30,00	292.380	249.900	212.475
landwirtschaftliche Nutzfläche (gesamt)	8,42	7,88	4,78	0,20	16.845	15.765	9.557
Acker	wurde nicht gesondert aufgelöst			wurde nicht gesondert aufgelöst			
Grünland							
Gartenland	0,00	0,00	0,00	5,55	0	0	0
Wald/Forst	1,58	1,55	1,09	1,00	15.840	15.553	10.905
GSF	1,82	1,80	0,27	50,00	911.275	898.875	136.950
Gewässer	1,43	1,41	0,54	44,00	626.010	623.810	237.248
Vermögensschäden im Teileinzugsgebiet					2.515.358	2.368.661	1.054.215
Vermögensschäden durch HW-Ereignis gesamt					14.869.589	11.541.284	6.695.408

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter Kapitel 7.6.1.

5.4 Gefahrenanalyse und -beurteilung

In Kapitel 5.4 werden die durch die Hochwasserereignisse HQ₂₀₀, HQ₁₀₀ und HQ₅ potenziell überfluteten Flächen (vergl. Kapitel 4.3) daraufhin untersucht, ob Anlagen oder Betriebsstätten mit besonderem Risiko für die in Kapitel 5.1 erwähnten Schutzgüter durch das jeweilig Ereignis betroffen sind.

Die Objekte, die in dieser Hinsicht als besonders gefährdet bzw. besonders gefährdend gelten können, sind im Anlageninformationssystem Immissionsschutz (AIS-I) des Freistaates Sachsen erfasst oder lassen sich entsprechend Anhang I der IVU-Richtlinie (Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung RL 2008/1/EG vom 15. Januar 2008) klassifizieren.

Als besonders gefährdete bzw. besonders gefährdende Anlagen oder Betriebsstätten gelten Unternehmen, von denen ein erhöhtes Umweltrisiko im Falle einer Betroffenheit durch ein Hochwasserereignis ausgeht, größere Industrieanlagen und Gewerbegebiete, Tanklager, Kläranlagen, Kraftwerke, Tunnel, U-Bahnen und dergleichen.

Die in den Kapitel 4.3 bzw. in Kapitel 6.1 vorgenommene räumliche Analyse der potentiell überschwemmten Gebiete entlang des Cunewalder Wassers ergab, dass sich Gewerbebetriebe in den jeweiligen Überschwemmungsbereichen befinden (vgl. Kap. 2.7), welche durch die Folgen von Hochwasserereignissen materiell betroffen sein können.

Im derzeitigen Überschwemmungsgebiet der Gemeinde Cunewalde, bzw. des Gesamteinzugsgebietes, entspricht kein Gewerbeobjekt den Kriterien der IVU-Richtlinie oder ist im AIS-I des Freistaates Sachsen aufgeführt. Besondere Umweltrisiken durch solcherart spezielle Industrieanlagen oder Betriebsstätten bestehen daher für die Gemeinde Cunewalde nicht.

6 Ableitung von HW-Gefahrenkarten und HW-Risikokarten

6.1 Hochwassergefahrenkarten mit Darstellung der Intensität

Die Hochwasserrisikokarten (Anlage 7) für das Cunewalder Wasser wurden entsprechend den inhaltlichen Anforderungen der HWRMR und der LAWA-Empfehlungen gestaltet.

Die Überschwemmungsflächen (Anlage 5) sowie Intensitäten (Anlage 6) wurden durch Verschneidung der berechneten Wasserspiegellagen mit den Geländehöhen des Digitalen Geländemodells ermittelt (vgl. Abschnitt 4.3).

Die Darstellung der insgesamt drei Überflutungstiefenklassen (= Intensitätsklassen):

UET 1: 0 m ... 0,5 m, UET 2: 0,5 m ... 1,0 m und UET 3: > 1,0 m

erfolgte in abgestuften Blautönen. Unabhängig vom Blauton gehören alle blau eingefärbten Flächen zum Überschwemmungsgebiet beim jeweils dargestellten HQT.

Unterschiedlich ist aber das Gefährdungspotential, das aus den unterschiedlichen Intensitäten resultiert. Die dunkelblau eingefärbten Flächen kennzeichnen Bereiche mit einem hohen Gefährdungspotential durch eine höhere Wassertiefe. Analog ergibt sich für die blau und hellblau eingefärbten Bereiche ein mittleres bzw. niedriges Gefährdungspotential. Die Planzeichnungen sind als ANLAGE 6 der Dokumentation beigefügt.

6.2 Hochwasserrisikokarten mit Darstellung der Betroffenheit

Bei der Betrachtung der aus den ausgewählten Hochwasserereignissen resultierenden Gefahren wird nur von den gefährdeten Ortslagen ausgegangen. Unbebaute und natürliche Bereiche sind ohne Relevanz. In der HWRM-Richtlinie werden die in den Gefahrenkarten für die drei Hochwasserszenarien darzustellenden Inhalte definiert:

- Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner (Orientierungswert)
- Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet
- Anlagen, die im Fall der Überflutung unbeabsichtigte Umweltverschmutzungen verursachen könnten und potenziell betroffene Schutzgebiete
- weitere Informationen, die der Mitgliedstaat als nützlich betrachtet.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, berücksichtigen die Hochwassergefahrenkarten die konkretisierenden Vorgaben der LAWA-Empfehlung.

Für die Ableitung der Hochwassergefahrenkarten wurden keine neuen Daten erhoben, sondern auf vorhandenes Material zurückgegriffen. Aus den bereits in Abschnitt 5.3 genutzten ATKIS-Daten wurden die im Überschwemmungsgebiet bzw. potentiellen Überschwemmungsgebiet befindlichen anteiligen Siedlungsflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, Verkehrsflächen, landwirtschaftliche Nutzflächen sowie sonstige Vegetations- und Freiflächen übernommen.

Alle weiteren inhaltlichen Informationen entstammen direkt dem Geodatenpool von GeoSN und wurden ohne weitere Überarbeitung übernommen.

7 Hochwasserrisikomanagement

Für die in der HWRM-Richtlinie bestimmten Schutzgüter sind durch eine geeignete Maßnahmenplanung die angemessenen Ziele für das Hochwasserrisikomanagement im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers nach den LAWA-Empfehlungen zur Aufstellung von HWRM-Plänen zu beschreiben.

Ein nachhaltiges Hochwasserrisikomanagement im Sinne der HWRM-Richtlinie umfasst dabei den gesamten Vorsorge-, Gefahrenabwehr- und Nachsorgezyklus und beinhaltet generell vier grundlegende Ziele:

- Vermeidung **neuer** Risiken (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- Reduktion **bestehender** Risiken (im Vorfeld eines Hochwassers) im Hochwasserrisikogebiet
- Reduktion nachteiliger Folgen **während** eines Hochwassers
- Reduktion nachteiliger Folgen **nach** einem Hochwasser

In verschiedenen Handlungsbereichen auf Grundlage der LAWA-Strategie zur Umsetzung der HWRM-RL erfolgt die Ableitung konkreter Maßnahmen zur Reduzierung des Hochwasserrisikos und der nachteiligen Folgen von Hochwasser.

7.1 Maßnahmen im Einzugsgebiet

7.1.1 Maßnahmen in der Fläche



Der Handlungsbereich *Flächenvorsorge* umfasst bauleitplanerische Maßnahmen, die wasserrechtliche Festsetzung von Überschwemmungsgebieten und die angepasste Nutzung in hochwassergefährdeten Bereichen.

Das bedeutet, die genaue Ausdehnung der Überschwemmungsgebiete muss bekannt sein. Die vorhandenen Überschwemmungskarten werden lt. SächsWG § 72 Absatz 3 grundsätzlich bei der zuständigen Wasserbehörde verwahrt. Die Karten sind gemäß § 72 Absatz 3 *"für die Dauer von zwei Wochen zur kostenlosen Einsicht durch jedermann während der Sprechzeiten öffentlich auszulegen. Auf die Auslegung ist durch öffentliche Bekanntmachung hinzuweisen."*

Darüber hinaus gibt es im Internet auf der Seite des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie einen Link zur interaktiven Karte der festgesetzten Überschwemmungsgebiete in Sachsen. Leider sind in dieser Karte derzeit hauptsächlich die Gewässer I Ordnung erfasst. Daher sollte den Bürgern an den Gewässern II Ordnung (z. B. Cunewalder Wasser) die mit dieser HWRMP erstellte kartografische Darstellung des Überschwemmungsgebietes (Anlage 5) zusätzlich z.B. im Gemeindeamt/Rathaus und auf der Gemeinewebsite zur Verfügung gestellt werden. Bei den künftigen Bauleitplanungen sind die Überschwemmungsgebiete gesetzeskonform zu berücksichtigen.

Die Maßnahmen des Handlungsbereiches *Flächenvorsorge* dienen neben der Vermeidung einer Abfluss- bzw. Hochwasserverschärfung insbesondere auch der Verringerung des Schadenpotenzials, dem Schutz der Gewässerauen mit ihrer Flora und Fauna sowie dem Boden- und Grundwasserschutz.

In der hier vorliegenden HWRM-Planung entfallen 14 der insgesamt 116 Einzelmaßnahmen auf den Handlungsbereich Flächenvorsorge. Dabei wurden für das Gemeindegebiet Cunewalde vorrangig Maßnahmen der "angepassten Flächennutzung" definiert. Die vorgenannten "administrativen Instrumente" sind im Wesentlichen von der Gemeinde Cunewalde im Rahmen ihrer kommunalen Flächenplanung unter Beachtung der *"Gemeinsamen Handlungsempfehlung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) und des Sächsischen Staatsministeriums des Inneren (SMI)"* zur *"Bautätigkeit in Überschwemmungsgebieten"* bei künftigen Planungen zu beachten.

Für den weitläufigen Auenbereich des Cunewalder Wassers auf dem Gemeindegebiet der Stadt Schirgiswalde-Kirschau wurden aus dem Handlungsbereich Flächenvorsorge nur administrative Maßnahmen zur Sicherung des vorhandenen Retentionsraumes definiert, da in diesem Bereich eine im Vergleich eher lockere Einzelbebauung entlang des Gewässers vorhanden ist und dies auch so bleiben sollte.

Im Kapitel 7.7 dieser Dokumentation werden die prioritären Maßnahmen im Einzelnen detailliert beschrieben. In der Anlage 8.1 - Maßnahmeblätter sind alle Einzelmaßnahmen zusammengefasst.

7.1.2 Maßnahmen zum Rückhalt in der Fläche

Handlungsbereich
Natürlicher Wasserrückhalt

Handlungsbereich
Flächenvorsorge



im Einzugsgebiet	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Renaturierung von Gewässerbett und Uferbereich	✓	✓	✓	✓
• Änderung von Linienführung und Gefälleverhältnissen	✓	✓	✓	✓
• Ausweisung von Gewässerrandstreifen	✓	✓	✓	✓
• Förderung einer naturnahen Auenentwicklung für die Etablierung retentionsrelevanter Gelände- und Biotopstrukturen	✓	✓	✓	✓

Mit dem Handlungsbereich *Natürlicher Wasserrückhalt* werden die Verbesserung der natürlichen Rückhaltung auf Flächen im Einzugsgebiet und die Wiedergewinnung von Überschwemmungsgebieten in den Talbereichen in Form von Gewässerrenaturierung, Auenentwicklung und vergleichbare Maßnahmen angestrebt.

Ein Fließgewässer wird grundsätzlich durch die ufernahen Bereiche geprägt. Die ufernahen Bereiche müssen daher als Teil des Ökosystems - Gewässer - betrachtet und entsprechend behandelt werden. Diese gewässerbegleitenden Gewässerrandstreifen sind zu schützen und zu entwickeln.

Mit der Ausweisung von Gewässerrandstreifen nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Sächsischem Wassergesetz (SächsWG) sind Möglichkeiten zum Schutz und der Neuentwicklung dieser gewässerbegleitenden Landflächen zu nutzen.

Die Gewässerrandstreifen sollen vom Eigentümer oder Besitzer standortgerecht im Hinblick auf ihre Funktionen nach § 38 Abs. 1 WHG bewirtschaftet oder gepflegt werden. Ziel ist dabei neben den Anforderungen an die Gewässerunterhaltung, den Ufer- und Naturschutz ein schadloser Wasserabfluss, insbesondere bei Hochwasserereignissen.

Der Gewässerrandstreifen umfasst nach § 24 SächsWG das Ufer und den Bereich, der an das Gewässer landseitig der Linie des mittleren Hochwasserstandes angrenzt. Als Ufer gilt die zwischen der Uferlinie und der Böschungsoberkante liegende Landfläche.

Der Gewässerrandstreifen bemisst sich ab der Linie des mittleren Hochwasserstandes, bei Gewässern mit ausgeprägter Böschungsoberkante ab der Böschungsoberkante:

- landseitig fünf Meter innerhalb von bebauten Ortsteilen und
- landseitig zehn Meter außerhalb geschlossener Bebauung.

Nach § 38 Abs. 4 WHG sind innerhalb des Gewässerrandstreifens u.a. verboten:

- die Umwandlung von Grünland in Ackerland
- das Entfernen von standortgerechten Bäumen und Sträuchern sowie das Neuanpflanzen von nicht standortgerechten Bäumen und Sträuchern (ausgenommen Maßnahmen des Gewässerausbaus sowie der Gewässer- und Deichunterhaltung)
- der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- die nicht nur zeitweise Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können.

Weiterhin bzw. abweichend dazu sind nach § 24 SächsWG verboten:

- in einer Breite von fünf Metern die Verwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, ausgenommen Wundverschlussmittel zur Baumpflege sowie Wildverbisschutzmittel
- die Errichtung von baulichen und sonstigen Anlagen, soweit sie nicht standortgebunden oder wasserwirtschaftlich erforderlich sind
- auch die nur zeitweise Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können.

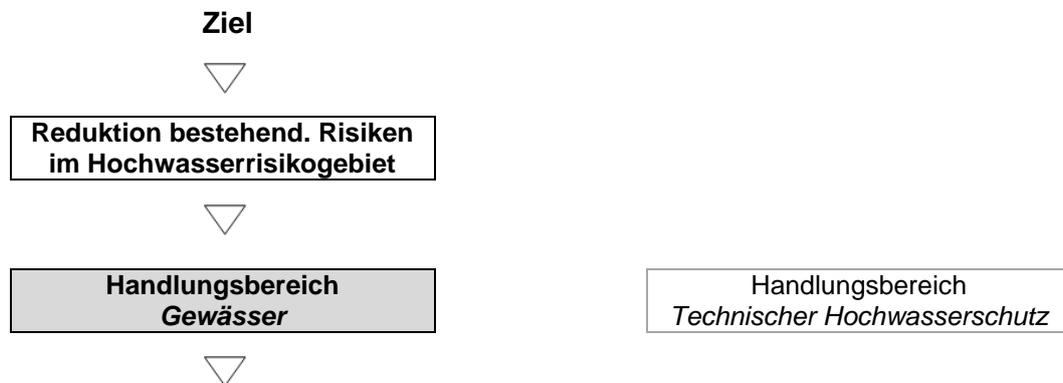
Daher ist es anzustreben den Gewässerrandstreifen durch Rückbau bzw. Umsetzen von z.B. dichten Heckenreihen, baulichen Kleinanlagen wie Schuppen, Carports etc. und Zäunen quer zur Fließrichtung freizuhalten.

Dies bewirkt, dass im Hochwasserfall zum Einem weniger Geschwemmsel im Gewässer mitgeführt und ein Aufstauen von Wasser durch blockiertes Schwemmgut vermindert wird.

Auf der Internetseite der Gemeinde Cunewalde sind unter dem Link Hochwasser 2010 Informationen zu diesem Hochwasserereignis und weiterführende Hinweise bereitgestellt worden. So auch ein Merkblatt für Gewässeranlieger. Mit diesen *"Informationen für Gewässeranlieger zur Gewässerunterhaltung und zum Hochwasserschutz"* sind für jedermann die wesentlichen Ziele und Zuständigkeiten im Sinne einer nachhaltigen Gewässerunterhaltung einfach und verständlich dargestellt.

Die Renaturierungsmaßnahmen wirken sich grundsätzlich positiv auf das jeweilige Abflussverhalten aus, so dass auch den Maßnahmen zur Förderung von naturnahen Gewässer-, Ufer- und Auenstrukturen eine gewisse Bedeutung im Rahmen des Hochwasserrisikomanagements zukommt.

7.1.3 Maßnahmen im/am Gewässer



Abflussquerschnitt-/kapazität	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Freihalten des Abflussquerschnittes	✓	✓	✓	✓
• Beseitigung einer Engstelle (z.B. nicht leistungsfähige Brücken)	✓	✓	✓	✓
• Gewässerausbau	✓	✓	✓	✓
• Bau/Ertüchtigung Umleitungsgerinne	✓	✓	✓	✓

Der Handlungsbereich Gewässer umfasst alle Maßnahmen mit denen direkt im bzw. am Gewässer gearbeitet wird. Zum Freihalten des Abflussquerschnittes zählt u.a. die turnusmäßige Gewässerunterhaltung (z.B. das Beräumen von ins Gewässer gestürzten Gehölzen, Unrat, großen Sedimentablagerungen etc.).

Zu der Beseitigung von Engstellen gehören neben dem Brückenum- bzw. -rückbau auch Profilaufweitungen an Engstellen des offenen Gewässerprofiles.

Mit dem Gewässerausbau werden bauliche Tätigkeiten wie zum Beispiel der Rückbau von nicht erforderlichen Mauern und deren Ersatz durch naturnahe Böschungen beschrieben.

Bei der hier vorliegenden HWRM-Planung wurden für das Cunewalder Wasser insgesamt 31 Einzelmaßnahmen des Handlungsbereiches Gewässer festgelegt. Das entspricht etwa einem Viertel der Gesamtmaßnahmen. In der Anlage 8.1 - Maßnahmenblätter sind diese beschrieben und bewertet aufgeführt.

7.1.4 Technische Hochwasserschutzmaßnahmen

Handlungsbereich
Technisch. Hochwasserschutz

Handlungsbereich
Gewässer



Siedlungswasserwirtschaft	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Regenwassermanagement	✓	✓	✓	✓
• Entsiegelung von Flächen	✓	✓	✓	✓
• Schutz vor Wasserzutritt	✓	✓		✓

Hochwasserschutzanlagen	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Rückbau HW-Schutzanlage (Deich, Damm, Mauer)	✓	✓	✓	✓
• Umbau/Ertüchtigung HW-Schutzanlage (Deich, Damm, Mauer)	✓	✓	✓	✓
• Neubau HW-Schutzanlage (Deich, Damm, Mauer)	✓	✓	✓	✓

Hochwasserrückhalteanlagen	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Umbau/Ertüchtigung HW-Rückhalteanlage (HRR, Polder)	✓	✓	✓	✓
• Neubau HW-Rückhalteanlage (HRR, Polder)	✓	✓	✓	✓

Objektschutz	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Objektschutz von einzelnen Gebäude und Bauwerken	✓		✓	✓
• Objektschutz an einer Infrastruktureinrichtung	✓		✓	✓
• Einsatz eines mobilen Hochwasserschutzsystems	✓		✓	✓

Zum Handlungsbereich *Technischer Hochwasserschutz* gehören der Bau und die Nutzung von Stauanlagen zur Hochwasserrückhaltung im Einzugsgebiet und am Gewässer, der Bau von Hochwasserschutzanlagen (Deiche, Dämme, Hochwasserschutzmauern) und Objektschutzmaßnahmen an gefährdeten Bauwerken und Anlagen.

Im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers können bereits kurze, heftige Niederschläge

schnell zu einem starken Anschwellen des Wasserstandes führen. Die Intensität solcher kurzzeitigen Hochwasserereignisse wird zudem weiter dadurch verstärkt, dass die Ortschaft topographisch in einer relativ engen Tallage zwischen zwei Ost-West ausgerichteten Höhenzügen liegt.

Ohne nennenswerten Gebietsrückhalt wegen der überwiegenden Hanglagen mit relativ hoher Reliefenergie fließt das Oberflächenwasser der seitlichen Nebengewässer nahezu gleichzeitig dem Cunewalder Wasser zu und führt zu einem rasanten Ansteigen des Wasserstandes bis hin zu dem Ausufernden des Gewässers.

Als eine der wirksamsten Maßnahmen hat sich rechnerisch in der hydraulischen Modellierung die Errichtung von Hochwasserrückhalteräumen erwiesen.

Unter der vorerst konzeptionellen Berücksichtigung der einzelnen Hochwasserrückhalteräume werden darüber hinaus die Errichtung einer stationären Hochwasserschutzwand (Bereich Erlenweg) sowie der Objektschutz gefährdeter Gebäude empfohlen.

7.2 Abschätzen und Beurteilen des verbleibenden Schutzzieldefizits/Restrisikos

Hochwasserereignis mit HQ₅

Anhand des Vergleiches der Überschwemmungsgebietskarten IST-Zustand und Plan-Zustand (Anlage 5) wird deutlich, dass bei einem solchen Hochwasserereignis die Ausuferungen des Cunewalder Wassers im Bereich der Untersuchungsabschnitte eins bis drei nur noch lokal und kleinflächig zu erwarten sind.

In den Untersuchungsabschnitten vier und fünf sind nach wie vor großflächigere Ausuferungen, jedoch mit geringeren Wasserständen, zu erwarten. Die Ausbreitungsfläche wird im Vergleich zum IST-Zustand dennoch verkleinert. Die hier betroffenen Flächen sind bis auf wenige Wohngrundstücke und dem OEZ zumeist Wiesen oder Gartenflächen.

Im Untersuchungsabschnitt sechs, zugehörig zur Gemeinde Schirgiswalde - Kirschau, sind im Falle des HQ₅ kaum spürbare Änderungen zu erwarten. Hier sind die gleichen Flächen betroffen wie im IST-Zustand. Es handelt sich dabei zumeist um weiträumiges Wiesen- und Weideland, welches vom Gewässer als natürlicher Retentionsraum genutzt wird.

Hochwasserereignis mit HQ₁₀₀

Mit dem Vergleich der Überschwemmungsgebietskarten IST- und Plan-Zustand für dieses Szenario kann generell festgestellt werden, dass hierbei die Hochwasserrückhalteanlagen die größte Wirkung haben. Die Fläche der überfluteten Bereiche, einschließlich Gewässer, wird von 69,8 Hektar um ca. 18 Hektar auf 51,70 Hektar verringert. Das heißt in den Untersuchungsabschnitten eins und zwei sind nur lokale Ausuferungen, bei welchen die Wohnbebauung nur geringfügig betroffen ist, zu erwarten.

Im Untersuchungsabschnitt drei, von Mündung Schönberger Bach bis Mündung Elzebach, ist mit die größte Eindämmung der HW-Ausbreitungsfläche zu erwarten. Der nach wie vor von Überflutung betroffene Siedlungsbereich befindet sich oberhalb der Firma Diplomat und dem sogenannten "Wehr am Goldenen Schiff".

Für den Untersuchungsabschnitt vier ist ebenfalls eine stärkere Eindämmung der HW-Ausbreitungsfläche zu erwarten, wobei die direkten Gewässeranlieger, das OEZ und der Weigsdorfer Teich gefährdet bleiben. Die Wohnbebauung im Bereich Hauptstraße/ Reichenstraße wird künftig nicht mehr betroffen sein. Auch der Umgebepark und das Bürgerzentrum werden künftig nicht mehr so stark überflutet wie bisher.

Die Untersuchungsabschnitte fünf und sechs sind die Bereiche, welche am stärksten von den Ausuferungen betroffen sind und auch betroffen bleiben werden. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Garten-, Wiesen- und landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die vereinzelt betroffenen Wohnbebauungen sind hier durch Objektschutzmaßnahmen der Eigentümer gegen Hochwasserschädigungen zu sichern.

Hochwasserereignis mit HQ₂₀₀

Der Vergleich der Berechnungsergebnisse der Hydraulik sowie der Überschwemmungsgebietskarten im IST- und Planzustand für ein solches Hochwasserereignis mit HQ₂₀₀ zeigt, dass die Maßnahmen der hier vorliegenden HWRMP zur lokalen Eindämmung der Hochwasserausbreitung mit relativ geringer Absenkung der Wasserspiegellagen führen wird. Dies begründet sich darin, dass die hier vorliegenden Maßnahmen keinen generellen

Gewässerausbau auf ein bestimmtes Schutzziel wegen zu hoher Kosten und den sehr beengten Platzverhältnissen beinhalten. Des Weiteren sind die hier vorgeschlagenen Hochwasserrückhalteräume ebenso "nur" auf das Schutzziel HQ₁₀₀ konzipiert worden. Das diesen zufließende Wasser im Falle eines Hochwasserereignisses mit HQ₂₀₀ kann nur auf sehr kurze Zeit, bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit der HRR, zurückgehalten werden danach werden diese überströmt und die Zuflussmenge ist gleich der Abflussmenge.

Resümee:

Die Leistungsfähigkeit des gesamten Cunewalder Wasser beträgt zurzeit von lokal kleiner HQ₅ bis zu lokal größer HQ₂₀₀. Da aus Kosten-, Platz- und Umweltschutzgründen ein genereller Gewässerausbau auf das Schutzziel HQ₁₀₀ nicht möglich erscheint, wird es auch künftig zu Ausuferungen des Gewässers ab HQ₅ kommen.

Diese betreffen zumeist die Garten-, Wiesen- und landwirtschaftlich extensiv genutzten Flächen der Untersuchungsabschnitte vier (von Mündung Schönberger Wasser) bis sechs (bis Mündung des Cunewalder Wassers in die Spree). Da diese Bereiche gemäß des Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft, der LTV Sachsen mit Publikation aus dem Jahre 2003 (Literaturverzeichnis [9]) und dem DWA Merkblatt 507 zur Objektkategorie *landwirtschaftlich genutzten Flächen* zählen, welche einen wesentlich geringeren Schutzgrad bedürfen, können sie ab HQ₅ überflutet werden. Eine wesentliche Gefährdung der Schutzgüter entsteht dadurch nicht. Die betroffenen Siedlungs- und Gewerbebereiche von Mündung Schönberger Wasser bis zur Spreemündung sollen mit der vorliegenden HWRM-Planung mittels Objektschutz vor Hochwasserschädigungen gesichert werden. Das Restrisiko in diesen Abschnitten besteht also in der Überflutung von weniger schützenswerten Flächen.

In den Untersuchungsabschnitten eins (von "Birkenhof") bis drei (bis Mündung Schönberger Wasser) ist in der Vergangenheit das Gewässer am meisten anthropogen verändert worden. Es wurde z.B. durch Ufermauern begrenzt, die Siedlungsbebauung wurde verdichtet und bis nah an das Gewässer herangeführt. Mit den Maßnahmen dieser HWRM-Planung werden die Gewässerausuferungen in diesem Bereich sehr stark begrenzt. Jedoch kommt es auch hier ab HQ₅ zu lokalen Überflutungen. In diesen Bereichen wird, neben den gewässerverändernden bzw. abflussverbessernden Maßnahmen, der Objektschutz der betroffenen Bebauung vorgeschlagen. Somit sollte es trotz der Ausuferungen des Gewässers zu keiner wesentlichen Schädigung an der gefährdeten Wohnbebauung kommen. Das Restrisiko besteht hier somit in der Gefährdung von unsachgemäß gesicherter Wohnbebauung.

Bei Extremereignissen mit Abflusswerten größer HQ₁₀₀ (z.B. HQ₂₀₀) wird es zu keiner signifikanten Änderung der Situation im Vergleich zum IST-Zustand kommen. Dies begründet sich darin, dass das Schutzziel für Siedlungen bei HQ₁₀₀ liegt und damit auch die wichtigsten Maßnahmen - die Hochwasserrückhalteanlagen - auf dieses Schutzziel hin konzipiert wurden. Das bedeutet, die Hochwasserrückhalteräume werden je nach Beckenvolumen eine bestimmte Wassermenge in relativ kurzer Zeit aufnehmen können. Ist dies erreicht, werden sie an einer definierten "Sollbruchstelle" schadlos überströmt und der gesamte Zufluss wird ab dann ungedrosselt weitergeleitet werden.

7.3 Maßnahmen zur sonstigen Risikovorsorge

Ziel



**Reduktion bestehend. Risiken
im Hochwasserrisikogebiet**



**Handlungsbereich
Bau- und Risikovorsorge**



Bauvorsorge	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Hochwasserangepasstes Planen und Bauen	✓	✓	✓	✓
• Hochwasserangepasster Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	✓	✓	✓	✓

Risikovorsorge	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Finanzielle Vorsorge durch Rücklagen und Versicherungen (Elementarschadensversicherung)				✓

Über das Online-Portal <http://www.zuers-public.de> können Informationen über das von Hochwasser und anderen Naturereignissen ausgehende Gefährdungspotential objektbezogen in Sachsen abgerufen werden. ZÜRS steht dabei für „Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen“ und ist ein für jeden Bürger frei zugängliches Internet-Portal.

ZÜRS public soll dabei ein Risikobewusstsein schaffen und die Eigenvorsorge fördern. Anhand einer objektbezogenen Gefährdungsanalyse können Interessierte prüfen, ob für ein bestimmtes Gebäude ein ausreichender Versicherungsschutz vorliegt.

Die Länder Rheinland Pfalz und Baden-Württemberg haben einen Leitfaden zum Verhalten bei Starkregen für Kommunen sowie Bürger erarbeiten lassen. Anhand dieses Leitfadens wird aufgezeigt, was Starkregenereignisse verursacht, was die Folgen sind und was Kommunen und Bürger präventiv, während und nach solchen Ereignissen tun können. Im Internet kann jeder auf der Seite der GFA, einer Servicegesellschaft der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., kurz DWA, unter folgendem Link http://www.gfa-news.de/gfa/webcode/20130513_005/Neuer_Leitfaden_zu_Starkregen diese Informationsbroschüre als PDF downloaden.

Auch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat aufgrund der Hochwasserereignisse der letzten Jahre Informationsmaterial zum Hochwasserschutz und der Hochwasservorsorge im Internet zur Verfügung gestellt. Dabei ist die "Hochwasserschutzfibel" mit Stand von Juli 2013 eine der neuesten Publikationen zu diesem Thema. Unter dem Link: http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/114670/publicationFile/80179/hochwasserschutzfibel_2.pdf ist dieses Werk kostenlos zur Verfügung gestellt worden.

Auch der Leitfaden "Starkregen" und die "Hochwasserschutzfibel" sollen ein Risikobewusstsein bei Kommunen und Bürgern schaffen und die Eigenvorsorge fördern.

7.4 Hochwasserfrühwarnung und -benachrichtigung

Ziel



**Reduktion bestehend. Risiken
im Hochwasserrisikogebiet**



**Handlungsbereich *Informations-*
*u. Verhaltensvorsorge***



Informationsvorsorge	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Verbesserung der Verfügbarkeit aktueller hydrologischer Messdaten (Niederschlag/Abfluss)	✓		✓	✓
• Optimierung des übergeordneten Hochwasserwarn- und Meldedienstes	✓		✓	✓
• Erweiterung der Hochwasservorhersage	✓		✓	✓

Verhaltensvorsorge	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Veröffentlichung der HW-Gefahrenkarten und der HW-Risikokarten	✓			✓
• Aufklärung, Bewusstseinsbildung und Öffentlichkeitsarbeit	✓			✓

Die Leitung des Hochwassernachrichten- und Alarmdienstes in Sachsen hat das Landeshochwasserzentrum (LHWZ) im Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Inhalt und Organisation des Hochwassernachrichten- und Alarmdienstes sind auf der Grundlage des Sächsischen Wassergesetzes (SächsWG) und in der Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) über den Hochwassernachrichten- und Alarmdienst im Freistaat Sachsen (HWNAV) in Verbindung mit der Verwaltungsvorschrift zur Hochwassermeldeordnung (HWMO) des SMUL geregelt.

Vom Landeshochwasserzentrum werden Hochwassernachrichten flussgebietsweise entsprechend den Zustellungsplänen der HWMO verteilt.

Tabelle 18: Typen von Hochwassernachrichten

Hochwassereilbenachrichtigungen	Hochwasserstandsmeldungen	Hochwasserwarnungen
<i>Unverzögliche Information per SMS über den Beginn des Hochwassernachrichten- und Alarmdienstes oder die Überschreitung der Alarmstufe 3 in einem Flussgebiet, die mit der Pflicht zur Abgabe einer Empfangsbestätigung sowie gegebenenfalls einem Rückkopplungsmechanismus vom LHWZ an die Gemeinde bzw. untere Wasserbehörde.</i>	<i>Informationen über den Wasserstand an in der HWMO festgelegten Pegeln (Hochwassermeldepegel), die bei Erreichen von bestimmten Wasserständen (Alarm- und Meldestufen) und Terminen i. R. per Telefax abgegeben werden.</i>	<i>Bewertete Information über eine Hochwassergefahr in einem Flussgebiet mit Angaben über Stand und voraussichtliche Entwicklung der meteorologischen und der hydrologischen Lage.</i>

(Quelle: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/2431.htm>)

Im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers können bereits kurze, heftige Niederschläge schnell zu einem starken Anschwellen des Wasserstandes führen. Die Intensität solcher kurzzeitigen Hochwasserereignisse wird zudem weiter dadurch verstärkt, dass die Ortschaft topographisch in einer relativ engen Tallage zwischen zwei Ost-West ausgerichteten Höhenzügen liegt.

Ohne nennenswerten Gebietsrückhalt wegen der überwiegenden Hanglagen mit relativ hoher Reliefenergie fließt das Oberflächenwasser der seitlichen Nebengewässer nahezu gleichzeitig dem Cunewalder Wasser zu.

Für die genaue Beschreibung bzw. Auswertung von Niederschlagssituation und die Vorhersage der Abflussbildung liegen jedoch für das Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers bzw. aus seiner direkten Umgebung keine meteorologischen Messdaten vor. Ebenso befinden sich innerhalb des Einzugsgebietes keine Messpegel. Damit sind die räumliche und zeitliche Differenzierung von Niederschlagsereignissen, eine damit verbundene Quantifizierung der Abflussbildung sowie eine nutzbare Hochwasservorhersage bezogen auf das Einzugsgebiet nicht möglich.

Derzeit muss daher für die Hochwasservorhersage auf das *Vorhersagemodell Spree* zurückgegriffen werden.

Relevante Hochwassermeldepegel sind der Pegel Schirgiswalde und Bautzen - Weite Bleiche:

Tabelle 19: Alarmstufen der Hochwassermeldepegel Schirgiswalde und Bautzen/Weite Bleiche

Hochwassermeldepegel	Gewässer	Gewässerabschnitt	Alarmstufe			
			AS 1	AS 2	AS 3	AS 4
Schirgiswalde	Spree	Spree oberhalb Mündung Cunewalder Wasser	280 cm	320 cm	360 cm	440 cm
Bautzen - Weite Bleiche	Spree	Spree zwischen Mündung Cunewalder Wasser und Talsperre Bautzen	200 cm	260 cm	320 cm	380 cm

(aus Anlage 2 der Hochwassermeldeordnung (HWMO) mit Stand 20.07.2012)

Die Richtwasserstände für die einzelnen Alarmstufen werden grundsätzlich so bestimmt, dass bei ihrem Erreichen am Hochwassermeldepegel bestimmte Gefahrensituationen kennzeichnend sind und durch die Wasserwehr Maßnahmen und Handlungen zu ergreifen sind.

Tabelle 20: Alarmstufen

Alarmstufe 1 (Meldebeginn)	Alarmstufe 2 (Kontrolldienst)	Alarmstufe 3 (Wachdienst)	Alarmstufe 4 (Hochwasserabwehr)
<p>Beginn der Ausuferung der Gewässer</p> <p>- ständige Analyse der meteorologischen und hydrologischen Lage und Beurteilung der Entwicklungstendenzen; - Überprüfung der Alarmierungsunterlagen, der Informations- und Meldewege und der technischen Einsatzbereitschaft</p>	<p>Überschwemmung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, Grünflächen, Gärten und einzeln stehender Gebäude oder leichte Verkehrsbehinderung auf Straßen; Ausuferung bei eingedeichten Gewässern bis an den Deichfuß</p> <p>zusätzlich zu Maßnahmen bei Alarmstufe 1</p> <p>- Weiterleitung von Informationen über Gefährdungen aufgrund der täglichen periodischen Kontrolle der Gewässer, Hochwasserschutzanlagen, gefährdeten Bauwerken und Ausuferungsgebiete; - Herstellung der Arbeitsbereitschaft und Überprüfung der Einsatzbereitschaft bei den Teilnehmern am Hochwassernachrichten- und Alarmdienst; - Alarmierung der zuständigen Einsatzkräfte; Durchführung von ersten Hochwasserabwehrmaßnahmen und Beseitigung von Abflusshindernissen</p>	<p>Überschwemmung von Teilen zusammenhängender Bebauung oder überörtlicher Straßen und Schienenwege; bei Volldeichen Wasserstand etwa in halber Deichhöhe, Vernässung von Polderflächen</p> <p>zusätzlich zu den Maßnahmen bei Alarmstufe 2</p> <p>Vorbereitung der aktiven Hochwasserbekämpfung durch</p> <p>- ständigen Wachdienst auf den Deichen, - vorbeugende Sicherungsmaßnahmen an Gefahrenstellen und Beseitigung örtlicher Gefährdungen und Schäden; - Einrichtung von Einsatzstäben an Schwerpunkten der Hochwasserabwehr und Schaffung spezieller Nachrichtenverbindungen; - Auslagerung von Hochwasserschutzmaterialien an bekannte Gefahrenstellen; - Anforderung, Vorbereitung und Bereitstellung weiterer Kräfte und Mitarbeiter zur aktiven Hochwasserabwehr</p>	<p>Überschwemmung größerer bebauter Gebiete mit sehr hohen Schäden, unmittelbare Gefährdung für Menschen und Tiere; Erreichen des Bemessungswasserstandes bei Volldeichen oder unmittelbare Gefahr von Deichbrüchen</p> <p>zusätzlich zu Maßnahmen bei Alarmstufe 3</p> <p>- aktive Bekämpfung bestehender Gefahren für das Leben, die Gesundheit, die Versorgung mit lebensnotwendigen Gütern und Leistungen und für bedeutende Sachwerte, - Beseitigung von Schäden</p>

(Quelle: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/2429.htm>)

Die Hochwassernachrichten werden vom Landeshochwasserzentrum nach den Zustellungsplänen an die Empfänger (Gemeinde) und zusätzlich an Dritte, die von den Gemeinden in die Alarmierungsunterlagen aufgenommen wurden, übermittelt.

Entsprechend der Anlage 1 zur Hochwassermeldeordnung (HWMO) erhält die Gemeinde Cunewalde sowohl Hochwasserwarnungen/-entwarnungen sowie Hochwassereilbenachrichtigungen.

Derzeit können über das Online-Portal des LHWZ aktuelle Wasserstände und Durchflüsse der angeschlossenen Hochwassermeldepegel abgerufen werden (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/2321.htm>). Zur Beurteilung der Lage im Hochwasserfall erfolgt für die Hochwassermeldepegel bei der Darstellung der aktuellen Wasserstände und Durchflüsse in Abhängigkeit der erreichten Wasserstandshöhe eine farbige Klassifizierung nach erreichtem Alarmstufenbereich.

Unabhängig davon sind die beteiligten Akteure und die Bevölkerung durch den übergeordneten Hochwasserwarn- und meldedienst rechtzeitig zu informieren.

Tabelle 21: Informationsmöglichkeiten über Hochwassergefahren

Informationsquelle	Erreichbar unter	Information
Internet	Hochwasserzentrum: www.hochwasserzentrum.sachsen.de LfULG: www.smul.sachsen.de/lfulg	Aktuelle Wasserstände Aktuelle Durchflüsse Aktuelle Niederschläge Hochwasserwarnungen Hochwasservorhersagen (grafisch)
Sprachausgabe Hochwasserwarnungen	(0351) 8928 261 (0351) 4517 261	Aktuelle Informationen
Messwertansager im Landeshochwasserzentrum	(0351) 8928 260 (0351) 4517 260	Aktuelle Wasserstände Messwertansager Pegelmessnetz
MDR-Videotext	Videotext ab Seite 530	Aktuelle Wasserstände Aktuelle Information

(Quelle: <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/72.htm>)

Die Ergebnisse der Zusammenarbeit zwischen Deutschem Wetterdienst (DWD) und LfULG auf den Gebieten der Hydrometeorologie sollten für eine verbesserte Hochwasserfrühwarnung und zur Verfeinerung der Hochwasservorhersagemodelle genutzt werden.

Für eine weitergehende Förderung der Bewusstseinsbildung und für die Öffentlichkeitsarbeit sind die Hochwasserrisikomanagementpläne (HW-Gefahrenkarten und HW-Risikokarten) jedermann zur Verfügung zu stellen (z.B. innerhalb eines zentralen Online-Hochwasserportals).

Die bisher festgesetzten Überschwemmungsgebiete in Sachsen stehen bereits online zur Verfügung unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/8841.htm>.

7.5 Operative Gefahrenabwehr auf Grundlage von Alarm- und Einsatzplänen

Ziel



Reduktion nachteiliger Folgen während eines Hochwassers



Handlungsbereich Gefahrenabwehr u. Katastrophenschutz



Bewältigung des Hochwasserereignisses	Verringerung nachteiliger Folgen für die Schutzgüter			
	<i>menschliche Gesundheit</i>	<i>Umwelt</i>	<i>Kulturerbe</i>	<i>wirtschaftliche Tätigkeit</i>
• Aufstellen von Alarm- und Einsatzplänen	✓	✓	✓	✓
• Katastrophenschutzmanagement (Maßnahmen der Wasserwehren einschl. Evakuierung)	✓			✓
• Sammlung und Auswertung von Erfahrungen bei Hochwasserereignissen	✓	✓	✓	✓

Zur Reaktion bei Hochwasserwarnungen und während Hochwasserereignissen steht der Gemeinde Cunewalde bereits als organisatorisches Werkzeug zur Verfügung:

Die Wasserwehrsatzung der Gemeinde Cunewalde vom 15.06.2011

Am 16.08.2013 wurde durch den Planer eine Arbeitsbesprechung zum Thema "Operative Gefahrenabwehr bei Hochwasser in Cunewalde" mit dem Leiter der Freiwilligen Feuerwehr Cunewalde durchgeführt. Dabei wurden die Belange zum derzeitigen Stand der Gefahrenabwehr bei Hochwasser besprochen und dem Planer wurde die Wasserwehrsatzung der Gemeinde Cunewalde übergeben (s. ANHANG 4).

Die Satzung beschreibt die Errichtung einer Wasserwehr zur Abwehr von Gefahren durch Hochwasser oder Eisgang. Sie hat den Charakter eines Kommunalgesetzes. Im Einsatzfall wird der sogenannte Wasserwehrdienst durch den Bürgermeister ausgerufen, dem auch die Leitung obliegt. Dazu gehören die schriftlichen Alarmierungsunterlagen. Diese müssen unter anderem den Hochwasseralarm- und Einsatzplan sowie eine Auflistung besonders betroffener Objekte enthalten. Gemäß der Satzung sind die Alarmierungsunterlagen laufend zu aktualisieren. In der Gemeinde Cunewalde werden sie im Gemeinde- und Bürgerzentrum als sogenannter Notfallkoffer aufbewahrt. Dieser enthält neben den Alarmierungsunterlagen die Telefonverzeichnisse, die Liste der zu verständigenden Dritten sowie die Hochwassermaßnahmepläne der Baustellen in Cunewalde.

Zu der Wasserwehr gehören gemäß Satzung die Angehörigen der Freiwilligen Feuerwehr Cunewalde, Mitarbeiter der Gemeindeverwaltung und des Gemeindebauhofes, sowie durch schriftlichen Bescheid herangezogene Einwohner, Grundstücksbesitzer und Gewerbetreibende.

Der Bescheid der Herangezogenen muss laut Satzung u.a. folgende Angaben enthalten:

- Beginn und Ende der Dienstpflicht,
- Art der Dienstpflicht nach § 5 Absatz 1 der Satzung,
- Versammlungsort im Falle der Alarmierung sowie
- die während des Dienstes zu beachtenden Pflichten.

Der § 5 Absatz 1 der Satzung beschreibt die Dienstpflichten der Herangezogenen. Diese Pflichten sind zum einen das Mitarbeiten, also der "Handdienst", und zum anderen das Übernehmen von Transportleistungen, der "Spanndienst". Die Herangezogenen können entweder zu einem der Dienste oder zu beiden Diensten verpflichtet werden.

Für den Handdienst kann der Herangezogene zum Mitbringen von geeigneten Geräten oder Materialien aufgefordert werden. Bei den Spanndiensten wird der Herangezogene zum Bereitstellen geeigneter Fahrzeuge und Treibstoffen aufgefordert. Gemäß § 5 Absatz 2 wird bei Inanspruchnahme von Hand- bzw. Spanndiensten auf Antrag Entschädigung durch die Gemeinde geleistet.

Bei der Konsultation des Planers ergab sich, dass bislang noch keine schriftlichen Bescheide über die Heranziehung von Einwohnern, Grundstücksbesitzern und Gewerbetreibenden ausgegeben werden mussten. Kam es zu Einsatzfällen der Wasserwehr, wurde die Wasserwehr durch die Bürger der Gemeinde Cunewalde eher auf freiwilliger Basis oder aufgrund mündlicher bzw. spezieller schriftlicher Anforderung im Einzelfall unterstützt.

Mit der Möglichkeit der Heranziehung zum Wasserwehrdienst auf Grundlage eines Bescheides gemäß Wasserwehrsatzung könnten bereits im Vorfeld des Einsatzfalles strategisch-organisatorische Problemstellungen geklärt und abgesichert werden, zum Beispiel die rechtzeitige Bereitstellung von:

- Einsatzkräften zur Verstärkung der Wasserwehr.
- Zusätzliche Technik für den Fall, dass die Eigenmittel der Wasserwehr im Einsatz nicht ausreichen oder versagen.
- von Schutzmitteln für den Fall, dass die Eigenmittel der Wasserwehr aufgebraucht werden.
- Verpflegung für die Einsatzkräfte bei lang andauernden Katastrophenfällen u.ä.

Meldewesen beim Einsatzfall

Wie in Kapitel 7.4 erläutert, ist die oberste Leitung des Hochwassernachrichten- und Alarmdienstes in Sachsen das Landeshochwasserzentrum (LHWZ). Durch dieses wird bei drohendem Unwetter die Unwetterwarnung an die Gemeindeverwaltungen und auch auf das Mobiltelefon des Bauhofleiters versandt. Dann wird der Wasserwehrdienst ausgerufen. Dabei werden die derzeit zu der Wasserwehr gehörigen Personenkreise benachrichtigt und eingewiesen. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt noch keine direkte Alarmierung der Bevölkerung. Es werden bedarfsweise nur einzelne, besonders betroffene Personen per Anruf informiert.

Derzeit ist ein Telefunkalarmsystem in der Gemeinde vorhanden. Dieses ist im Gerätehaus der Freiwilligen Feuerwehr am Schützenplatz stationiert. Da der Schützenplatz von Hochwasser möglicherweise betroffen werden kann, sollte diese Anlage hochwassersicher im Gemeinde- und Bürgerzentrum, Katastrophenlagezentrum, stationiert werden. Momentan wird die Anlage zur Alarmierung per SMS-Nachricht der mit Funkrufnummer hinterlegten Wasserwehrkräfte verwendet. Künftig sollte die Anlage so verändert werden, dass die zu verständigenden Dritten gemäß den Alarmierungsunterlagen (Anlieger und Eigentümer gefährdeter Objekte), bei

Ausrufung des Wasserwehrdienstes direkt per SMS benachrichtigt werden. Dazu müssten diese ihre Funkrufnummer der Gemeinde bzw. Wasserwehrleitung zur Verfügung stellen und dauerhaft aktiviert haben.

Kommt es im Einsatzfall zur Bedrohung der Bevölkerung, wird diese mittels Lautsprecheransagen aus den Einsatzfahrzeugen informiert. Im Hochwasser-Katastrophenfall, das heißt bei großflächigen Ausuferungen, wird die Bevölkerung per Sirenenwarnung alarmiert. Dabei ertönt über den Zeitraum von einer Minute ein aller fünf Sekunden anschwellender Signalton aus der Feuerwehrsirene. Das System der Sirenenwarntöne wird einmal jährlich im Gemeindeblatt, der Czorneboh-Bieleboh-Zeitung, veröffentlicht.

Teich- und Flusswehrebeteiligung im Hochwasserfall

Zur operativen Gefahrenabwehr und zur Schaffung von zusätzlichem Hochwasserschutz in Cunewalde existiert bei der Gemeindeverwaltung eine interne Hausmitteilung, dass die Teichpächter im Bedarfsfall zum Ablassen der Teiche, welche in das Cunewalder Wasser entwässern, aufgefordert werden können. Diese Aufforderung kann je nach Bedarf zum Beispiel bei angekündigten Dauerregen bzw. ausgegebener Unwetterwarnung telefonisch übermittelt werden. Anschließend wäre die Aufforderung schriftlich nachzureichen. Es bestehen jedoch derzeit keine schriftlichen Vereinbarungen mit den Teichpächtern zu diesem Verfahren. In der Regel soll das Prozedere bei Erreichen der durch die Gemeindeverwaltung bzw. Wasserwehrleitung bestimmten Alarmstufe 2 beginnen. Mit dieser Maßnahme soll zusätzlicher Stauraum geschaffen und ein Überlaufen der Teiche vermieden werden. Derzeitig ist dies für den Schlosserteich, Weigsdorfer Teich, Trutzmühlteich, Teichmühlteich, Brettteich und dem Mühlteich im Polenzpark vorgesehen.

Der Besitzer und/oder Pächter des Teiches neben dem Betonwerk Schuster wurde bisher noch nicht zum Ablassen aufgefordert. Gemäß Aussagen von Anwohnern des Gemeindeteiles Klipphausen strömt diesem Teich bei Regenereignissen vom Berg Czorneboh von oberhalb Waldstraße und entlang des Streitbuschweges viel Wasser zu. Dieser Teich entwässert oberhalb des Festplatzes in den Elzebach. Wird das Stauvolumen des Teiches voll für die Regenwasserrückhaltung ausgenutzt, so würde eine weitere Hochwasserentlastung des Elzebaches und somit auch für das Cunewalder Wasser geschaffen. Daher sollte dieser Teich ebenso mit in das Teichablasskonzept integriert werden.

Zurzeit besteht im Cunewalder Wasser noch ein regelbares Flusswehr am Trutzmühlteich. Dessen Betreiber wird zur gleichen Zeit wie die Teichpächter über die Lage informiert. Hier besteht eine schriftliche Handlungsanweisung zum Öffnen der Wehranlage. Damit soll zu diesem Zeitpunkt das Gewässerprofil freigegeben werden, um die zusätzlichen Wassermengen der Teiche schnell und schadlos ableiten zu können.

Einsatzfall der Wasserwehr in Cunewalde

Nach der Ausrufung des Wasserwehrdienstes wegen einer Unwetterwarnung (LHWZ-Sachsen) bzw. wegen lang andauernden Regens, orientiert sich die Leitung der Wasserwehr vorerst am Wasserstandspegel der Spree in Schirgiswalde und die Füllstände des Cunewalder Wassers werden beobachtet.

In Cunewalde gibt es zurzeit weder manuelle noch automatische Pegelmessanlagen am Cunewalder Wasser. Gemäß der Aussage des Leiters der Freiwilligen Feuerwehr ist kein festgeschriebener, direkter Kontroll- und Einsatzplan für das Cunewalder Wasser und Nebenzuflüsse vorhanden. Daher wurden die Alarmstufen für das Cunewalder Wasser auf der Basis von Erfahrungswerten festgelegt.

Erreicht der Füllstand im Cunewalder Wasser die selbst definierte Alarmstufe 2, so werden die beteiligten Teichpächter und Flusswehrbetreiber sowie die Freiwillige Feuerwehr benachrichtigt.

Im Einsatzfall führt die Wasserwehr die Kontrolle und Überwachung des Cunewalder Wassers sowie den bekannten kritischen Oberflächenablaufstellen in Eigenregie durch. Die bekannten Eng- bzw. Problemstellen werden besonders häufig kontrolliert und erforderlichenfalls werden erste Maßnahmen, wie in Kapitel 7.4 benannt, ausgeführt. Das heißt, Verklausungen werden beseitigt bzw. Oberflächenabflüsse werden nach Möglichkeit umgeleitet.

Beim weiteren Anstieg des Füllstandes im Cunewalder Wasser und Erreichen der Alarmstufe 3 werden dann die üblichen Maßnahmen zur Hochwasserabwehr (vgl. Kapitel 7.4 Tabelle 17) durchgeführt. Kommt es im weiteren Verlauf des Hochwasserereignisses zu gefährdenden großflächigen Überflutungen, wird die Bevölkerung von Cunewalde über Lautsprecheransagen bzw. Feuerwehirsirene wie oben beschrieben alarmiert.

7.6 Zusammenfassende Maßnahmenbewertungen

7.6.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Als eines von mehreren Ergebnissen der Hochwasserrisikomanagementplanung wurden **116 Maßnahmevorschläge** zur Abminderung des Hochwasserrisikos und der festgestellten derzeitigen Gefährdungen definiert und deren Realisierungskosten auf Basis von vorläufigen Kostenannahmen, das heißt ohne objektplanerische Grundlage, ermittelt.

In Anlage 8.2 „Maßnahmetabellen mit Kostenzusammenstellung“ sind die ermittelten Kosten einzeln dargestellt sowie gegliedert nach Maßnahmetyp, Untersuchungsabschnitt, Anzahl und Kostenbeträgen zusammengefasst als Gesamtschau.

Auf eine monetäre Gliederung nach wahrscheinlichen Kostenträgern - obwohl solche in den Maßnahmetabellen vom Verfasser benannt wurden - wurde verzichtet, da die bisherigen Erfahrungen bei der Umsetzung von Hochwasserschutzmaßnahmen zeigen, dass die Kostenträgerschaft für jede Maßnahme erst während der jeweiligen Objektplanung festgelegt werden kann und dann oft auch in mehrere Trägerschaften fällt, zum Beispiel beim Rückbau von Stauanlagen oder dem Umbau von Stützmauern.

In der Gesamtschau (Anlage 8.2) ergibt die Summierung der Kostenannahmen aller Maßnahmevorschläge für das Gesamteinzugsgebiet Cunewalder Wasser eine erforderliche Investitionssumme von 12,098 Millionen Euro.

Laut ermitteltem Schadenspotenzial (Kapitel 5.3 Tabelle 13) beläuft sich das augenblickliche Schadenspotenzial bei einem Hochwasserereignis mit HQ₅ auf 9,47 Millionen Euro, bei HQ₁₀₀ auf 19,18 Millionen Euro und bei HQ₂₀₀ auf 20,92 Millionen Euro.

Die folgende Tabelle stellt diesem Schadenspotenzial die Investitionskosten bei Umsetzung aller 116 Maßnahmevorschläge gegenüber:

Tabelle 22: Vergleich Gesamtschadenpotenzial (IST) und Maßnahmekosten (PLAN gesamt)

HW-Szenario	Gesamtschadenpotential Cunewalder Wasser	Kosten aller 116 Maßnahmevorschläge	Bewertung der Wirkungen (vergl. Überschwemmungskarten)
HQ ₅	9,47 Mio. Euro	12,098 Mio. Euro	Umsetzung aller Maßnahmevorschläge wirksam für HQ ₅ . Nur geringe, nicht kostenrelevante Überschwemmungen.
HQ ₁₀₀	19,18 Mio. Euro		Wirksamkeit der Maßnahmenumsetzung hoch, dennoch bei HQ ₁₀₀ verbleibende Überschwemmungsflächen (Anlage 5.2)
HQ ₂₀₀	20,92 Mio. Euro		Restschadenpotenzial bei HQ ₂₀₀ hoch, d.h. für Extremhochwasser ist Maßnahmemwirkung im Cunewalder Tal ungenügend.

Die Aussagekraft der Gegenüberstellung in der Tabelle ist begrenzt, weil lediglich qualitative Aussagen zur Wirkung und damit zur Wirtschaftlichkeit gemacht werden.

Auch die Kostensummenbildung in Spalte 3 über alle Maßnahmevorschläge der HWRMP stellt keine belastbare Grundlage für einen Wirtschaftlichkeitsnachweis zum heutigen Zeitpunkt dar, weil:

- a) die technische Ausführung und zeitliche Umsetzung der Vorschläge völlig offen ist,
- b) in den Folgejahren Maßnahmevorschläge hinzukommen oder entfallen können,
- c) eine vollständige Maßnahmenumsetzung erfahrungsgemäß unsicher bleibt.

Zur Gewinnung einer kurzfristig realeren Prognose der Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit der vorgeschlagenen Maßnahmen zur Minderung des Hochwasserrisikos zu erhalten, beschloss der Verfasser auf Anregung der Gemeindeverwaltung Cunewalde, die monetären Verhältnisse für den Fall der Umsetzung *nur prioritärer* Maßnahmevorschläge zu untersuchen.

Die vordringlichen Maßnahmevorschläge wurden in Kapitel 7.7 i.V.m. Anlage 8.2 erarbeitet. Dort wurden, um möglichst schnell und wirksam das Hochwasserrisiko am Cunewalder Wasser zu mindern, allen Einzelmaßnahmen Prioritäten von *niedrig* bis *sehr hoch* zugewiesen. Diejenigen Maßnahmen mit der Priorität *sehr hoch* bilden die **Liste der prioritären Maßnahmen** (Kap. 7.7). Diese 31 vordringlichen Maßnahmen weisen ein Kostenvolumen von ca. 6,83 Millionen Euro auf.

Zur Darstellung der Wirtschaftlichkeit der prioritären Maßnahmeumsetzung mussten für diesen Zustand zusätzliche Hochwassergefahrenkarten für die verbleibende Intensität erstellt werden, die als Anlage 6.2 beigelegt sind. Mit diesen drei speziellen Hochwasserintensitäten, bezeichnet als „PLAN-Zustand prioritär“, konnte das nach der vollständigen Umsetzung der vordringlichen Maßnahmen verbleibende Schadenspotenzial errechnet werden.

Im Ergebnis entstand die folgende Tabelle mit einem Vergleich des monetären Aufwandes der *prioritären* Maßnahmevorschläge im Verhältnis zur Differenz zwischen verbleibenden Schadenspotenzial und derzeitigem Schadenpotenzial entstehen:

Tabelle 23: Nutzen-Kosten-Verhältnis bei Umsetzung der prioritären Maßnahmen

HW-Szenario HQ _T	Schadens- potential IST-Zustand	Schadens- potential nach Umsetzung pr.	Nutzen der 31 prioritären Maßnahmen	Kosten der 31 prioritären Maßnahmen	Nutzen/Kosten- Verhältnis pr. für HQ 5 ... 200
HQ ₅	9,47 Mio. €	6,70 Mio. €	2,77 Mio. €	6,83 Mio. Euro	0,4
HQ ₁₀₀	19,18 Mio. €	11,54 Mio. €	7,64 Mio. €		1,1
HQ ₂₀₀	20,92 Mio. €	14,87 Mio. €	6,05 Mio. €		0,9

Während Tabelle 22 nur eine qualitative summarische Maßnahmenbewertung geben konnte, erlaubt der Vergleich in Tabelle 23 eine quantitative Aussage zur Wirtschaftlichkeit für den Fall der Umsetzung aller 31 als vordringlich benannten Maßnahmen. Der Nutzen-Kosten-Faktor setzt den Nutzen - hier die erzielbare Senkung des Schadenspotenziales für drei HW-Szenarien durch die Maßnahmenumsetzung - in das Verhältnis zur Summe der Maßnahmekosten.

Das Ergebnis bringt den Nachweis, dass bereits durch die Umsetzung der 31 als vordringlich bezeichneten Maßnahmevorschläge der erreichbare Nutzen für das Schutzziel HQ₁₀₀ den Investitionsaufwand übersteigt.

Für die HQ₅-Schadensereignisse übersteigt der Kostenaufwand in jedem Falle, auch nur bei Umsetzung der prioritären Maßnahmevorschläge, den erzielbaren Nutzen. Das ist so zu interpretieren, dass einmal die Schadenspotenzialberechnung nach LTV-Methodik - wie weiter oben erläutert - seit Aktualisierung 2013 relativ hohe Schadenssummen errechnet, und dass zum Zweiten natürlich *jede* Maßnahmeumsetzung nach HWRMP das Hochwasserrisiko bei *jedem* Hochwasser zwischen HQ₅ und HQ₂₀₀ in Praxis mindert, wenn auch im Einzelnen keine monetäre Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann.

Für extreme Hochwasserereignisse, in dieser Untersuchung durch das Szenario HQ₂₀₀ repräsentiert, zeigen Tabelle 22 und Tabelle 23, dass deren sehr hohe Schadenpotenziale weder durch Umsetzung der vordringlichen Maßnahmevorschläge, noch durch Realisierung aller 116 möglichen Maßnahmevorschläge wirksam und wirtschaftlich gemindert werden. Das steht jedoch im Einklang mit der Strategie aller Hochwasserschutzplanungen (vergl. HWRM-RL, WRRL und Landesrichtlinien), dass der Schutz vor Extremereignissen in bebauten Bestandsortslagen in der Regel weder bautechnisch möglich, noch ökonomisch umsetzbar ist.

Die vorliegende Hochwasserrisikomanagementplanung zeigt für das **Schutzziel HQ₁₀₀** geeignete Maßnahmevorschläge auf, die das Hochwasserrisiko in der Ortslage Cunewalde, bzw. Überschwemmungsgebiet des Cunewalder Wassers, wirksam und wirtschaftlich mindern können.

7.6.2 Variantenvergleich zu den Maßnahmewirkungen

In der Hochwasserrisikomanagementplanung wurden gemäß Aufgabenstellung zwei grundlegende Realzustände, der *IST-Zustand* und der *PLAN-Zustand*, für jeweils drei Szenarien 5-jährlicher, 100-jährlicher und 200-jährlicher Hochwassereintrittswahrscheinlichkeit im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers untersucht. Diese werden im vorliegenden Abschnitt gegliedert in Fälle „Nr. ...“ und es werden jeweils der Inhalt erklärt und die Ergebnisse verglichen.

Naturgemäß umfassen die den IST-Zustand im EG Cunewalder Wasser bzw. die PLAN-Zustände charakterisierenden Fälle hauptsächlich die „materiellen“ Maßnahmetypen 1 bis 4 des Maßnahmetypenkataloges (vergl. Anlage 8.3), während „immaterielle“ Maßnahmetypen, z.B. Hochwasserfrühwarnung u.ä., für die rechnerischen Vergleiche kaum Relevanz besitzen.

Während der Bearbeitung der HWRMP und der Zusammenarbeit mit der beauftragenden Gemeindeverwaltung Cunewalde ergab sich zwecks Vertiefung bei den Untersuchungen einzelner Fachaspekte die Zweckmäßigkeit, neben dem reinen *PLAN-Zustand* für die Hochwasserszenarien auch zwei Zwischenzustände zu betrachten, die in folgender Aufstellung mit beschrieben sind:

Fall 1: IST-Zustand

„Keine Umsetzung der HWRMP-Maßnahmevorschläge“

In den *Kapiteln 1 bis 5* der Hochwasserrisikomanagementplanung wird das jetzige Einzugsgebiet einschließlich seines Vorfluters Cunewalder Wasser im IST-Zustand, d.h. im Zeitraum 2010 bis Mitte 2013 untersucht und morphologisch, hydrologisch und hydraulisch beschrieben.

Wie schon die Risikobewertung der HWRMP Stufe 1 (und die Schadenserfassungen der realen Hochwässer 2010 und 2013) qualitativ feststellten, dass ein hohes Hochwasserrisiko im Tal des Cunewalder Wassers besteht, konnten die rechnerischen und kartografischen Untersuchungen in HWRMP Stufe 2 diese Fakten quantitativ untersetzen. (vergl. Anlagen 3; 5.1; 6.1; 10.1 und 11, sowie ANHANG 3.7 bis 3.9)

Fall 2: PLAN-Zustand 1

„Umsetzung aller Maßnahmevorschläge, ohne HW-Rückhalteräume“

Dieser Fall enthält die perspektivische Realisierung *aller* Maßnahmevorschläge der HWRMP, jedoch *ohne* Hochwasserrückhalteinrichtungen (HRR) für die drei Szenarien HQ₅, HQ₁₀₀ und HQ₂₀₀ (vergl. ANHANG 3.10 bis 3.12).

Dieser Fall wurde vom Verfasser aufgestellt für hydraulische Vergleiche mit Fall 3 und Fall 4, um den Nachweis der Wirksamkeit der Hochwasserrückhalteinrichtungen liefern zu können.

Im Ergebnis der hydraulischen Berechnungen konnte festgestellt werden, dass die Umsetzung der Maßnahmevorschläge einerseits auch ohne Bau bzw. Wiederaufbau von HRR die Wasserspiegellagen bei allen drei Hochwasserszenarien senken wird, - andererseits der Vergleich der Wasserspiegellagen mit Fall 3 und Fall 4 zeigt, dass die Wirkung wesentlich verbessert würde, wenn auch die vorgeschlagenen HW-Rückhalteinrichtungen realisiert würden.

Fall 3: PLAN-Zustand 2

„Umsetzung aller Maßnahmevorschläge“, mit HW-Rückhalteräumen (maximal)

Als 3. Fall wurde angenommen, dass perspektivisch (d.h. langfristig, ohne Terminvoraussagen treffen zu können) alle 116 Maßnahmevorschläge einschließlich der Hochwasserrückhalteanlagen mit realisiert werden sein.

Für diesen Fall zeigen die hydraulischen Berechnungen, dass die vorgeschlagenen Hochwasserrückhalteanlagen zwar nicht isoliert das Hochwasserrisiko generell mindern können, jedoch im Zusammenspiel mit der Umsetzung der anderen Maßnahmevorschläge eine wirksame Verbesserung der Abflussverhältnisse im und zum Cunewalder Wasser erzielen können.

(vergl. u.a. Anlagen 5.2; 8; 10.1 und 12; sowie ANHANG 3.13 bis 3.15)

Es zeigt sich, dass alle Maßnahmevorschläge ohne die HRR zwar die Größe des Hochwasserrisikos und -schadenspotenziales im Cunewalder Tal verringern, allerdings nur die Hochwasserrückhalteräume in der Lage sind, die Wasserabflüsse - je nach Größe des Hochwasserereignisses mehr oder weniger - tatsächlich zu mindern und zu vergleichmäßigen.

PLAN-Zustand 3

„Umsetzung aller Maßnahmevorschläge“ mit HW-Rückhalteräumen (angepasst)

Im Rahmen von Ortsbegehungen am 11.06.2015 und 18.06.2015 wurden im gesamten Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers die ausgewiesenen Standorte der Hochwasserrückhalteräume sowie weitere potentielle Standorte überprüft.

Die Standorte wurden vorrangig dahingehend überprüft, ob im Hinblick auf ihre abflussrelevante Lage im jeweiligen Teileinzugsgebiet und ihre topographische Ausformung und Reliefgestaltung eine Funktion als Hochwasserrückhalteraum realisierbar erscheint. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die vorhandenen Taleinschnitte der Zuflüsse genutzt werden durch einfache Absperrung, z.B. mittels Erddamm. Die benutzten Landflächen sollen weiterhin nutzbar bleiben, ausgenommen der Einstau im Hochwasserfall.

Es ist festzustellen, dass sich der Gesamtabfluss im Cunewalder Wasser bei HQ100 von 33,67 m³/s (IST) mit dem Rückhaltekonzept nach den vorgenannten Kriterien auf 24,50 m³/s reduzieren lässt (PLAN-Zustand 3, vergl. ANHANG 3.16 und Anlage 10.2).

Es wurden daher zwei eigenständige hydraulische Berechnungen zur Ermittlung der entsprechenden Wasserspiegellagen für den Fall 3 bei HQ100 durchgeführt (vgl. ANHANG 3.14 und 3.16).

Im Vergleich der Wasserspiegellagen zwischen PLAN-Zustand 2 und PLAN-Zustand 3 sind die Abweichungen tolerierbar für eine identische Darstellung und weitere Betrachtung (Abweichung im Durchschnitt nur 6 cm, an Abschnittsgrenze 3/4 maximal 13 cm, modellbedingt an wenigen geschlossenen Profilen bis 20 cm).

Aus diesen Ergebnissen und dem DGM (digitales Geländemodell) wurden spezielle Hochwasserintensitätskarten (Anlage 6.2) erzeugt, um daraus wiederum die Schadenspotentiale der Hochwasserszenarien und die abschließende quantitative Bewertung des Nutzens abzuleiten.

Fall 4: PLAN-Zustand 4

„Umsetzung nur prioritäre Maßnahmevorschläge“ mit HW-Rückhalteräumen (maximal). Dieser zusätzliche Fall 4 wurde für die Gemeinde Cunewalde zwecks Ermittlung der Wirtschaftlichkeit aufgestellt für den Fall der vordringlichen, d.h. kurz- bis mittelfristigen Umsetzung der 31 prioritären Maßnahmevorschläge, wie sie in der abgestimmten Liste und Beschreibung in Kapitel 7.7 benannt sind.

Im Zuge der Erstbearbeitung 2013 zur Erstellung der HWRMP wurde für den PLAN-Zustand 4 eine maximale Hochwasserrückhaltung aus den Teileinzugsgebieten zur signifikanten Schadenspotenzialminderung abgeschätzt. Als Zielgröße für die Abflussdrosselung aus den Teileinzugsgebieten als Eingangswerte für die hydraulischen Berechnungen des PLAN-Zustandes 4 wurde die Reduzierung des Hochwasserscheitelabflusses um 50 % angenommen (vergl. ANHANG 3.17 ... 19).

Die Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Betrachtung wurden in Kapitel 7.6.1 zusammengestellt (vergl. Tabelle 22). Sie weisen nach, dass bereits durch zeitnahe Umsetzung der prioritären Maßnahmevorschläge ein wirtschaftlicher Nutzen erzielt werden kann.

Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen, wenn auch Hochwasserrückhalteräume, wie in Anlage 12 konzipiert, realisiert würden:

Tabelle 24: Hochwasserscheitelabflüsse im IST- und PLAN-Zustand

HW-Szenario HQ _T	IST-Zustand Spitzenabfluss in Spree <u>ohne</u> Rückhalteräume	PLAN-Zustand 2 und 4 Spitzenabfluss in Spree <u>mit</u> Rückhalteräumen (max.)	PLAN-Zustand 3 Spitzenabfluss in Spree <u>mit</u> Rückhalteräumen (angepasst)
HQ ₅	17,92 m ³ /s	13,65 m ³ /s	<i>nicht berechnet *)</i>
HQ ₁₀₀	33,67 m ³ /s	20,63 m ³ /s	24,50 m ³ /s
HQ ₂₀₀	36,90 m ³ /s	35,93 m ³ /s	<i>nicht berechnet *)</i>

Erwartungsgemäß wird in den PLAN-Zuständen 2 und 4 durch die gewählte Abflussdrosselung von maximal 50% aus den Teileinzugsgebieten bei dem hundertjährlichen Hochwasserszenario die größte Reduzierungswirkung erzielt.

Durch die Anpassung der Drosselung aus den Teileinzugsgebieten im PLAN-Zustand 3 kommt es folglich zu einer Veränderung des Spitzenabflusses bei HQ 100, was jedoch aus den vorgenannten Aspekten tolerierbar im Hinblick auf Wasserspiegellagen und Überschwemmungsgebietsflächen ist (vgl. Anlage 12.3).

**) In Analogiebetrachtung zum HQ100 ist davon auszugehen, dass es bei HQ5 und HQ200 ebenfalls zu keiner signifikanten Veränderung der Spitzenabflusswerte gegenüber der PLAN-Zustände 2 und 4 kommt.*

7.6.3 Maßnahmekarten, Maßnahmepriorisierung und Zuständigkeiten

Die Maßnahmekarten gem. HRWM-Richtlinie sind Bestandteil der Anlage 9.1 „Maßnahmekarten“, auf welcher alle Standorte der insgesamt 116 herausgearbeiteten und mit der Gemeinde Cunewalde (am 19.04.2013) sowie der Stadt Schirgiswalde-Kirschau (am 06.08.2013) abgestimmten, Einzelmaßnahmen grafisch dargestellt werden. Die Kopien der entsprechenden Niederschriften und andere Schriftstücke dazu sind im ANHANG 4 enthalten. Auf den Maßnahmekarten der Anlage 9.2 sind ausschließlich die prioritären Maßnahmen abgebildet.

Auf den Maßnahmekarten wurden strecken- bzw. abschnittsbezogene Maßnahmen als Polylinien, welche dem Gewässerlauf folgen, dargestellt. Lokale bzw. kleinräumige Maßnahmen befinden sich jeweils an der Spitze der Maßnahmepfeile/-symbole. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um technisch-baulich umsetzbare Vorschläge der Maßnahmetypen 1 bis 4 des Maßnahmentypenkataloges in Anlage 8.3.

Die Maßnahmetypen 5 bis 7 des Kataloges beschreiben hauptsächlich administrative, organisatorische Maßnahmen, welche durch die Kommunalverwaltungen, Behörden, Träger öffentlicher Belange (z.B. Feuer- und Wasserwehr) sowie Bauherren bei künftigen Planungen, Aus- bzw. Weiterbildungen und der öffentlichen Aufklärung über Gefahren im Gemeindegebiet zu berücksichtigen sind.

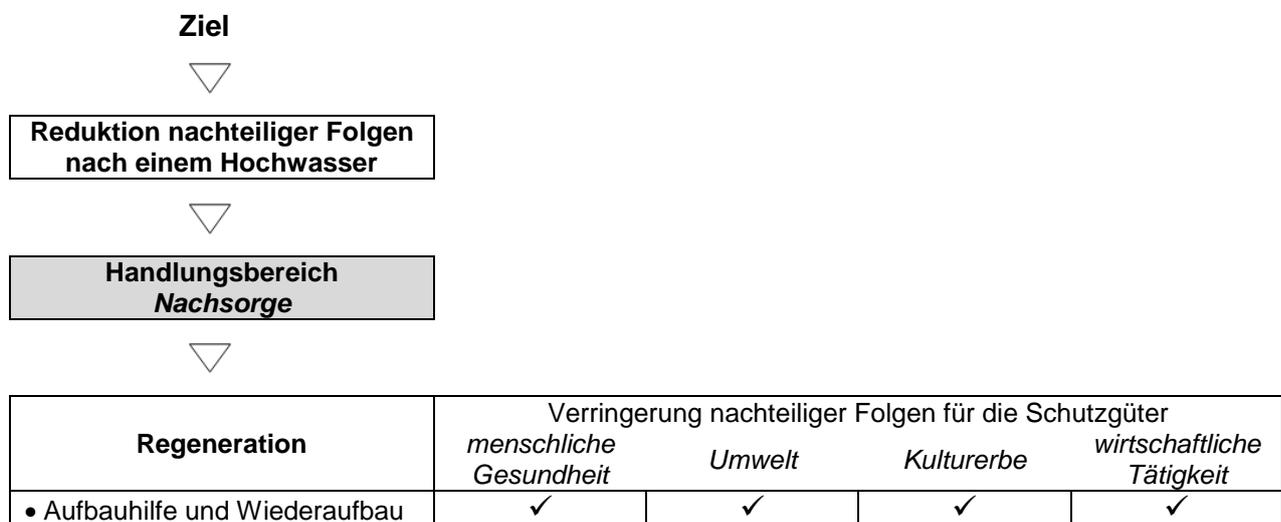
Mit der Anlage 8.1 „Maßnahmeblätter“ sind alle 116 Maßnahmevorschläge nach Abschnitten und Typen zusammengestellt und kurz beschrieben. Dazu sind nähere Beschreibungen zu den vordringlichen Maßnahmevorschlägen in Kapitel 7.7 zu finden und in Kapitel 7.8 ergänzende konkrete Hinweise zu bestimmten Maßnahmevorschlägen.

In Anlage 8.2 „Maßnahmetabellen mit Kostenzusammenstellung“ und an anderen Stellen wurden neben der Kostenermittlung auf Basis von ersten Kostenannahmen auch die vermutlichen Kostenträger der Einzelmaßnahmen eingetragen. Mit dem Prädikat *vermutlich* verweist der Verfasser auf die derzeitige Unverbindlichkeit, weil die Kostenträgerschaft für jedes Planvorhaben erfahrungsgemäß erst im Laufe der jeweiligen Objektplanung ermittelt bzw. rechtlich geklärt werden kann. Gerade bei wasserbaulichen Vorhaben ist die Kostenträgerschaft oft auf mehrere Träger verteilt.

7.7 Vorschläge vordringliche Maßnahmen der Wiederaufbauplanung (nWAP)

Ergänzend zur ersten Aufgabenstellung der vorliegenden HWRMP mit dem Standarduntersuchungsinhalt und der Erarbeitung von Maßnahmenplanvorschlägen jeglichen Typs (Anlagen 8 und 9) als Ergebnis der Berechnungen und Analysen des IST-Zustandes im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers wurde der Verfasser auch mit der Ausarbeitung einer Prioritätenliste von vordringlichen Maßnahmen zur Minderung des Hochwasserrisikos befasst.

Diese Maßnahmeplanvorschläge sind gemäß HWRM-Richtlinie dem Ziel „Reduktion nachteiliger Folgen nach einem Hochwasser“ und dem Bereich *Nachsorge* zuzuordnen.



Die Vordringlichkeit der *prioritären Maßnahmevorschläge* aus dem gesamten Spektrum der ausgearbeiteten Maßnahmen wurde nach der effektiven Wirkung der das Hochwasserrisiko mindernden Einzelvorschläge bestimmt. Mit der Umsetzung dieser vordringlichen Maßnahmen könnte das Hochwasserrisiko im Einzugsgebiet schnell deutlich gesenkt werden.

Die prioritären Maßnahmen fallen in die Kategorien „Vorsorge durch Vermeidung neuer Risiken im HW-Risikogebiet“ und „Vorsorge durch Reduktion bestehender Risiken im HW-Risikogebiet“, somit hauptsächlich in den technischen Hochwasserschutz und die Bauvorsorge.

Die vorgestellte Ausarbeitung von prioritären Maßnahmevorschlägen soll im Gang der weiteren planerischen Umsetzung durch die Gemeindeverwaltungen kein Dogma sein, sondern kann und soll den jeweiligen örtlichen, rechtlichen und finanziellen Erfordernissen weiter angepasst werden, z.B. durch Aufnahme neuer Maßnahmen und/oder Verschiebung von Maßnahmevorschlägen.

Die nachfolgende Liste der prioritären Maßnahmevorschläge (grafische Darstellung siehe Anlage 9.2) wurde mit der Gemeindeverwaltung Cunewalde (05.09.2013) und der Stadtverwaltung Schirgiswalde-Kirschau (06.08.2013) abgestimmt.

Untersuchungsabschnitt 1:

Im 1. Untersuchungsabschnitt des Cunewalder Wassers (von Polenzpark bis Birkenhof) wurden in Folge des Hochwassers 08/2010 eine Reihe von Gewässerschäden mit geringen bis mittleren Schadenssummen aufgenommen. An Engstellen und Querbauwerken traten aber teilweise auch größere Schäden auf. Am Privateigentum der Anwohner entstand während des Hochwassers nur geringer Sachschaden. Einige der privat angezeigten Schäden sind aber möglicherweise auf wild abfließendes Wasser aus Flächen zurückzuführen und stehen damit nicht in direktem Zusammenhang mit dem Gewässer. An der Verkehrsinfrastruktur entstanden geringe Schäden, wobei vor allem die Brückenbauwerke in Höhe der Polenzteiche betroffen waren. Das Gewässer selbst hat hier überwiegend eine Leistungsfähigkeit für Abflüsse zwischen HQ₅ und höchstens HQ₁₀₀.

Nr.	Kurzbeschreibung	Kostenannahme
Maßnahme 2 2-4.3.2-1	Hochwasserrückhalteraum Neudorfer Wasser 1 (NdW1) Neubau einer Hochwasserrückhalteinlage zwischen zwei Teichen im Nebenschluss des Cunewalder Wassers. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	225.000,00 €
Maßnahme 6 6-4.2.2-1	Der Teichdamm und die Ufermauer des Mühlteiches im Polenzpark wurden durch das Hochwasser stark beschädigt. Eine Ertüchtigung ist dringend erforderlich, sowie der Um-/Neubau des Auslassbauwerkes bis Mündung in Cunewalder Wasser einschließlich einer funktionsfähigen HW-Entlastung der Teiche. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	125.000,00 €
Maßnahme 7 7-2.1.1-1	Es wird eine Gewässerrenaturierung durch Umbau des rechten Ufers (jetzt Ufermauer), z.B. in eine naturnahe Böschung sowie die Verbesserung der Leistungsfähigkeit der Brücke empfohlen. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	175.000,00 €
Maßnahme 9 9-3.1.2-1	Die Beseitigung von Engstellen , hier dem Rückbau der Gewässerüberbauung (Bauwerk Nr. 11) sowie Anliegerbrücke (Nr. 10) und der Umbau der Brücke (Nr. 12) sind erforderlich, da diese Bauwerke bereits bei Abflüssen kleiner HQ ₅ nicht mehr leistungsfähig sind. Vermutlicher Kostenträger: Kommune und Privateigentümer	47.500,00 €
Maßnahme 93 93-4.3.2-1	Für die Minderung der Abflussspitzen wird eine wirksame Abflussdrosselung im Oberlauf des Cunewalder Wassers bei Hochwasserereignissen bis HQ ₁₀₀ durch Neubau eines Hochwasserrückhalteraumes Oberlauf 2 (OI2) oberhalb vom Birkenhof vorgeschlagen. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	155.000,00 €
Maßnahme 109 109-4.3.2-1	Hochwasserrückhalteraum Oberlauf 1 (OI1) Oberhalb der Teiche an der Neudorfstraße Nr. 17, kann die große, natürliche Talsenke als HRR genutzt werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	275.000,00 €

Maßnahme 110 110-4.3.2-1	Hochwasserrückhalteraum Bärhauser Graben 1 (BhG1) Nördlich der Straßenkreuzung „Bergstraße“ / „Mittelweg“ existiert eine natürliche Geländesenke in geeigneter Form zur Anlage eines HRR. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	245.000,00 €
------------------------------------	---	--------------

Summe Untersuchungsabschnitt 1: 1.247.500,00 €

Untersuchungsabschnitt 2:

Die Hauptursache der Schäden am Gewässer in diesem Abschnitt von Mündung Elzebach bis Polenzpark, geht auf die teilweise erhebliche Sohleintiefung und auf Hinterspülungen von Mauern und anderen gewässernahen Bauwerken zurück. In den stark eingengten Bereichen hat das Gewässer eine besonders starke Sohlerosion entwickelt, so dass am Gewässerrand errichtete Bauwerke, wie z.B. Mauern, aber auch Wohn- oder Nebengebäude unterspült wurden. Das Gewässer hat hier derzeit überwiegend eine Leistungsfähigkeit von HQ₁₀₀ bis kleiner HQ₂₀₀.

Maßnahme 19 19-2.1.2-2	Umbau des vorhandenen Sohlabsturzes mit zweimaligem 90° Richtungswechsel und Rückbau der nicht leistungsfähigen Brücke Nr. 25. Mit der Änderung der Linienführung einschl. Absenkung des Sohlabsturzes sowie dem Rückbau der Brücke soll das ansonsten leistungsfähige Profil freigegeben und der Aufstau durch die Brücke verhindert werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune und Nutzer	235.000,00 €
Maßnahme 39 39-4.3.2-2	Zur Abflussminderung des Zuflusses Elzebach wird der Neubau einer Hochwasserrückhalteanlage (HRR) in Form eines offenen Erdbeckens empfohlen (Elzebach 2 - Eb2). Es sind besondere Anforderungen zum Schutz des Grundwassers zu beachten, da der derzeit vorgeschlagene Standort in einem Trinkwasserschutzgebiet liegt. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	458.500,00 €
Maßnahme 111 111-4.3.2-2	Hochwasserrückhalteraum Elzebach 3 (Eb3) Unterhalb der Elzeteiche kann die talförmige Geländevertiefung zum Rückhalt eines großen Wasservolumens genutzt werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	535.000,00 €

Summe Untersuchungsabschnitt 2: 1.228.500,00 €

Untersuchungsabschnitt 3:

Das Cunewalder Wasser hat in diesem Abschnitt (von Mündung Schönberger Bach bis Mündung Elzebach) eine derzeitige schadlose Leistungsfähigkeit von HQ₅ bis kleiner HQ₁₀₀. Daher uferte es während des Hochwassers 08/2010 großflächig aus und durchströmte die sich beidseitig anschließende Wohnbebauung. Insbesondere betroffen waren der Siedlungsbereich um den Erlenweg und der Abschnitt entlang der Hauptstraße zwischen den Nummern 12 bis 33. Im überwiegenden Teil der betroffenen Wohnbebauung drang das abfließende Wasser auch in die unteren Wohngeschosse ein, wodurch erhebliche Schäden entstanden. Verklausungen an Brückenbauwerken durch mitgeführtes Treibgut führte zu Rückstauerscheinungen des Cunewalder Wassers und begünstigte den Übertritt des abfließenden Wassers.

Maßnahme 35 35-4.3.1-3	Ein bestehender Teich oh. Betonwerk Schuster kann genutzt werden um Zuflüsse aus dem Elzebach effektiv zu drosseln - HRR Elzebach 1 (Eb1) . Vermutlicher Kostenträger: Kommune	245.000,00€
Maßnahme 45 45-4.3.1-3	Der bereits unter Kap. 5.2 erwähnte ehemals existierende Hochwasserrückhalteraum Schwarzer Winkel (SW3) (im linken Seitenzufluss oberhalb des Hundesportplatzes) wurde durch die Hochwasserereignisse 2010 und 2013 stark beschädigt und funktionslos. Es besteht die vordringliche Notwendigkeit der Wiederherstellung mit Ausbau . Der Ausbau kann zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit und ausreichender Platzverhältnisse auch kaskadenartig stattfinden. Auf die besonderen Anforderungen zum Schutz des Grundwassers ist auch hier zu achten, da der derzeitige Standort in einem Trinkwasserschutzgebiet liegt. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	115.000,00€
Maßnahme 50 50-3.1.3-3	Bei der Gewässerprofilierung und -aufweitung mit Rückbau der senkrechten Uferbefestigungen oberhalb der Firma Diplomat soll die Ufermauer an der linken Gewässerseite durch einen Steinsatz ersetzt werden. An der rechten Gewässerseite wird die Verlandung entfernt und eine flache Böschung mit Anschluss an die Ufermauern ober- und unterhalb der Böschungsabflachung hergestellt. Der nicht leistungsfähige Steg (Bauwerk Nr. 65) sollte vom Gewässer entfernt werden. (Daneben sollte auch geprüft werden, ob ein Teilrückbau der nahe am Gewässer stehen Firmengebäude möglich ist.) Vermutlicher Kostenträger: Kommune	53.000,00 €
Maßnahme 51 51-3.1.3-3	Bei dem Gewässerausbau zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit sollen die linksseitigen Ufermauern abschnittsweise in Böschungen umgebaut werden. Der Umbau bzw. Rückbau von Engstellen betrifft den Rückbau eines Steges (Bauwerk Nr. 66). Das Gebäude Erlenweg Nr. 6 und der Steg (Bauwerk Nr. 68) sind bereits zurückgebaut worden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	375.000,00 €

Maßnahme 52 52-4.2.3-3	Durch den empfohlenen Neubau einer HW-Schutzmauer ist hier beidseitig des Gewässers eine Erhöhung der vorhandenen Ufermauern vorzunehmen. Ab dem vorhandenen rechten Mauerende bis zum Parkplatz am Kirchweg entlang des Erlenweges ist die neue HW-Schutzanlage zu errichten. Da die Brückenöffnung (Nr. 67) wegen ihres niedrigen Überbaues nur eine schadlose Wasserdurchleitung von kleinen Abflüssen im Bereich HQ ₅ ermöglicht und aufgrund der örtlichen Situation keine einfache Durchlassvergrößerung möglich ist, bleibt die Brückenöffnung ein besonders überwachungsbedürftiges Objekt bei jedem Hochwasser über HQ ₅ . Vermutlicher Kostenträger: Kommune	200.000,00 €
Maßnahme 101 101-4.3.2-3 und Maßnahme 102 102-2.1.1-3	Die Maßnahmen 101 und 102 stehen in direktem Zusammenhang zueinander. Bei der Planung und Standortpräzisierung für den Neubau einer HW-Rückhalteanlage im Butterwasser (Bw2) sind ca. 350 m Bachlauf oberhalb des Schulweges zu berücksichtigen. Es ist in der Objektplanung zu prüfen, ob der konzipierte HRR mit einem Beckenvolumen von 4.000 m ³ und dem Regelabfluss von maximal 1,26 m ³ /s technisch-wirtschaftlich sinnvoll ist und dabei der Bachlauf unterhalb des vorgeschlagenen Standortes renaturiert wird, oder ob mit einer entsprechenden Renaturierung des Bachlaufes auf die angegebenen 350 Meter eine ähnliche Rückhaltewirkung erzielt werden kann. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	245.000,00 € 250.000,00 €
Maßnahme 103 103-4.3.2-3	Der Neubau einer Hochwasserrückhalteanlage am Schönberger Bach (SbB1) wird empfohlen, um das derzeitige HW-Risiko für die Unterlieger zu mindern. Der gewählte Standort in der sogenannten "Wolfsschlucht" gewährleistet zum einen verbesserten Schutz für Unterlieger und zum anderen werden Oberlieger im Ortsteil Schönberg bei dieser Standortwahl nicht beeinträchtigt. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	220.000,00 €
Maßnahme 105 105-4.3.2-3	Hochwasserrückhalteraum Butterwasser 1 (Bw1) Unterhalb eines Waldgebietes fließt das Butterwasser in einem Kerbtal. Dieses kann als HRR genutzt werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	285.000,00 €
Maßnahme 112 112-4.3.2-3	Hochwasserrückhalteraum Schwarzer Winkel 1 (SW1) Ein Taleinschnitt östlich des Cunewalder Freibades ist als Rückhalteraum nutzbar. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	165.000,00 €
Maßnahme 113 113-4.3.2-3	Hochwasserrückhalteraum Schwarzer Winkel 2 (SW2) Durch die Absperrung einer muldenartigen Geländevertiefung kann hier westlich des „Bierweges“ ein Rückhalteraum geschaffen werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	290.000,00 €

Summe Untersuchungsabschnitt 3: 2.443.000,00 €

Untersuchungsabschnitt 4:

Häufige Schäden entstanden im Abschnitt 4 von Mündung Herrnsberger Wasser bis Mündung Schönberger Bach beim Hochwasser 08/2010 durch Böschungsabbrüche sowie Auskolkungen und die damit einhergehende Zerstörung von Ufermauern. Schadensschwerpunkte waren der Bereich Gemeinde- u. Bürgerzentrum mit Trutzmühlteich, der zufließende Schönberger Bach und das ausufernde Cunewalder Wasser.

Übergetretene Wassermassen aus dem Trutzmühlteich sowie "wild" abfließendes Wasser aus Flächen am Schönberger Baches vereinigten sich mit den anströmenden Wassermengen aus dem Cunewalder Wasser und überfluteten großflächig die dichte Bebauung. Ebenfalls entstanden teils erhebliche Schäden im Bereich um den Weigsdorfer Teiches, besonders nördlich in "Zur Rabinke". An nahezu allen Gebäuden in diesem Bereich wurden teilweise hohe Sachschäden vermerkt.

Die schadlose Leistungsfähigkeit des Cunewalder Wassers ist in diesem Abschnitt nach unseren Untersuchungen oft nur ausreichend für Abflüsse bis HQ₅.

Maßnahme 58 58-4.4.1-4	Das Gemeinde- u. Bürgerzentrum benötigt einen speziellen Objektschutz , da es als Katastrophenlagezentrum auch im Hochwasserfall zugänglich und funktionsfähig sein muss. Für die Sicherung ist es daher vordringlich notwendig ein Eindringen von Wasser in das Keller- und Erdgeschoss zu verhindern, die Zugänglichkeit zum Gebäude zu erhalten und wassergefährdete Technik bzw. Anlagen zur Katastrophenbewältigung aus diesen Geschossen fern zu halten. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	15.000,00 €
Maßnahme 62 62-4.3.2-4	Hochwasserrückhalteraum Schönberger Bach 2 (SbB2) Die weitgehend unbebaute Grünlandfläche zwischen der Straße S115 (Hauptstraße) und dem neuen Radweg kann als HRR zur Verfügung stehen. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	140.000,00 €
Maßnahme 63 63-4.3.2-4	Der Neubau einer HW-Rückhalteanlage am Teilwasser 1 (Tw1) ist erforderlich, um auch hier das HW-Risiko für die Unterlieger zu mindern. Die Oberlieger des HRR werden dadurch nicht gefährdet, da sich die nächste Wohnbebauung an der höher gelegenen Bahnhofstraße befindet. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	233.000,00 €
Maßnahme 67 67-3.1.2-4	Um eine Durchflussvergrößerung der derzeit nicht leistungsfähigen Straßenbrücke (Bauwerk Nr. 72) „Zur Rabinke“ zu erreichen, müssen die Sedimentablagerungen vor, unter und hinter der Brücke beraumt werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	3.000,00 €
Maßnahme 71 71-4.3.2-4	Hochwasserrückhalteraum Teilwasser 2 (Tw2) Ein HRR mit großem Volumen kann zwischen „Wurbisstraße“ und „Peterdörfelstraße“ in einem Taleinschnitt entstehen. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	395.000,00 €

Maßnahme 114 114-4.3.2-4	Hochwasserrückhalteraum Teilwasser 3 (Tw3) Das Teilwasser fließt oberhalb der Teiche südlich der Straße „Zum Kieferberg“ in einem flachen, breiten Tal welches als HRR genutzt werden kann. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	295.000,00 €
------------------------------------	---	--------------

Summe Untersuchungsabschnitt 4: 1.081.000,00 €

Untersuchungsabschnitt 5:

Im Abschnitt 5 (von der B96 am Ortseingang zu Weigsdorf-Köblitz bis zur Mündung Herrnsberger Wasser) ist die Wohnbebauung nur an wenigen Stellen nahe an das Cunewalder Wasser herangeführt worden. Daher gab es hier beim HW 2010 Schäden vor allem an Brücken und den Gewässereinbauten. Bei Wohnanliegern traten nur relativ wenige Schäden auf.

Das Gewässerprofil selbst hat hier jedoch überwiegend eine schadlose Leistungsfähigkeit für Abflüsse bis HQ_s. Die im Überflutungsgebiet und stellenweise auf dem Gewässerrandstreifen liegende Kleingartenanlage "Am Nordhang" wurde beim HW 2010 stark in Mitleidenschaft gezogen.

Maßnahme 72 72-1.2.4-5	Die Bereitstellung von Flächen für Maßnahmen der Wasser-rückhaltung und der naturnahen Gewässerentwicklung betrifft hier das Betriebsgelände des ehem. Fuhrunternehmens Posselt. Die beidseitigen Ufermauern des Gewässers wurden 08/2010 sehr stark beschädigt. Im Zuge des Radwegausbaues auf der alten Bahntrasse wurde die rechte Ufermauer zum Teil wieder instandgesetzt. Im weiteren Gewässerverlauf gegenüber vom ehem. Fuhrunternehmen befindet sich wieder Wohnbebauung. Daher sollte die restliche rechte Ufermauer ebenfalls instand gesetzt werden. Die linke Ufermauer hingegen kann zu einer flachen Böschung umgebaut werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	150.000,00 €
Maßnahme 106 106-4.3.2-5	Der Neubau einer HW-Rückhalteinlage am Neuweigsdorfer Wasser (NwW3) wird vorgeschlagen, um das HW-Risiko für die Unterlieger zu mindern und den Zufluss zum Cunewalder Wasser zu vergleichmäßigen. Die Oberlieger des HRR werden dadurch nicht gefährdet, da der vorgeschlagene Standort in einer unbebauten Geländemulde liegt und die umgebende Bebauung in höherem Niveau errichtet ist. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	260.000,00 €
Maßnahme 115 115-4.3.2-5	Hochwasserrückhalteraum Neuweigsdorfer Wasser 1 (NwW1) Ein seitlicher Zufluss im Einzugsgebiet des Neuweigsdorfer Wassers kann in einer beckenartigen Geländevertiefung zurückgehalten werden. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	245.000,00 €
Maßnahme 116 116-4.3.2-5	Hochwasserrückhalteraum Neuweigsdorfer Wasser 2 (NwW2) Ein kleines, verhältnismäßig tiefes Kerbtal östlich der Matschenstraße kann als Rückhalteraum dienen. Vermutlicher Kostenträger: Kommune	175.000,00 €
Summe Untersuchungsabschnitt 5:		830.000,00 €

Untersuchungsabschnitt 6:

Beim Abschnitt 6 von Mündung in die Spree bis an die Bundesstraße B 96 am Ortseingang Weigsdorf-Köblitz traten bisher keine nennenswerten Schäden am Gewässer und bei Anliegern auf. Das Profil des Cunewalder Wassers hat hier zwar nur eine bordvolle Leistungsfähigkeit für Abflüsse bis HQ₅, jedoch ist es von weitläufigen Wiesenflächen umgeben. Bei Hochwasserereignissen werden diese als natürliche Profilerweiterung und Retentionsflächen in Anspruch genommen, weswegen hier die wichtigste Maßnahme die Sicherung der vorhandenen Retentionsräume bleibt. Die weitläufigen Wiesenflächen können wie bisher bewirtschaftet werden.

Summe Untersuchungsabschnitt 6: 0,00 €

Die Summe der Kosten für die prioritären Maßnahmevorschläge beträgt somit geschätzt:

6.830.00,00 Euro

7.8 Konkretisierung und Bemessungshinweise zu einzelnen nWAP-Vorschlägen

Die Aufgabenstellung der Hochwasserrisiko-Managementplanung Stufe 2 wurde im vorliegenden Falle während der Bearbeitung dahingehend erweitert, dass zu ausgewählten Maßnahmevorschläge für die nachhaltige Wiederaufbauplanung (nWAP) auch in technischer Hinsicht konkretere Hinweise für die künftige Objektplanung bzw. für deren Aufgabenstellungen gegeben werden sollten (Auftrag 24.05.2012). Daraus folgte die Bearbeitung der Kap. 7.7 mit der Herausarbeitung der prioritären Maßnahmevorschläge und des Kap. 7.8 mit den Bemessungshinweisen (einschließlich zusätzlicher Anlage 12), sowie die Bearbeitung der zugehörigen Maßnahmekarten und -tabellen

Grundsätzlich lassen sich aus den Bearbeitungsinhalten der HWRMP, z.B. den topografischen, den hydrologischen, den ereignishistorischen und den hydraulischen Untersuchungen des Einzugsgebietes und des Gewässers, noch nicht belastbare bautechnische Vorgaben für einzelne Maßnahmevorschläge ableiten.

Die für Objektplanungen jeweils nötigen Arbeitsgrundlagen (z.B. Lage- und Höhenpläne der Planungsobjekte, Baugrunduntersuchung, Grundstücksverhältnisse, Schutzgebiete usw.) stehen dem Bearbeiter der HWRMP naturgemäß noch nicht zur Verfügung. Deshalb können am Ende der Hochwasserrisikomanagementplanung nur allgemeine Hinweise zur baulichen Gestaltung und zu den voraussichtlichen Kosten (s. Anlage 8.2 und Kap. 7.7) der Maßnahmevorschläge stehen.

Entsprechend der einschlägigen wasserrechtlichen Gesetzlichkeit sowie dem „Wiederaufbauerlass“ des SMUL Sachsen vom 12.07.2013 ist für jede beabsichtigte Baumaßnahme am Gewässer eine Objektplanung erforderlich, die zumindest die Absolvierung der *Vorplanung* (einschl. Variantenvergleich und Nutzensnachweis) und *Entwurfs-/Genehmigungsplanung* beinhaltet und der Wasserbehörde zwecks Erlaubnis- bzw. Genehmigungserteilung einzureichen ist.

Nachstehend werden **bautechnische Hinweise** zu wichtigen Einzelmaßnahmen gegeben. Für die in der HWRMP vorgeschlagenen Hochwasserrückhalteräume hat der Verfasser zur Abschätzung der hydraulischen Wirksamkeit im PLAN-Zustand bereits konzeptionelle Makrostandortfestlegungen und konzeptionelle Vorbemessungen durchgeführt, die jedoch aus Platzgründen nicht im Kapitel 7.8 aufgenommen werden konnten. Stattdessen sind sie in Anlage 12 beigelegt.

Untersuchungsabschnitt 1:

Maßnahme 7 -2.1.1-1: Bei dieser Gewässerrenaturierung sollte das Profil des Gewässers durch Umbau des rechten Ufers, jetzt Ufermauer, auf eine Böschung mit Neigungsverhältnissen von 1 : 1 bis 1 : 2 erweitert werden. Das Abflussprofil der Zufahrtsbrücke zur Firma NEITSCH muss ebenfalls erweitert werden. Ein Trapezprofil mit Sohlbreite 1,80 m, lichte Höhe von 1,90 m und Seitenneigungen von 1 : 1 ermöglicht rechnerisch den schadlosen Durchfluss des HQ₁₀₀. Die genauere Dimensionierung mit rechnerischem Nachweis muss bei der Objektplanung erfolgen.

Maßnahme 9 -3.1.2-1: Bei der Beseitigung der Gewässerüberbauung (Bauwerk Nr. 11) ist der Rückbau der Gebäudeteile direkt über und rechtsseitig des Gewässers erforderlich. Durch die Anliegerbrücke (Bauwerk Nr. 10) können nur Wassermengen bis HQ_5 sicher abfließen. Da die Möglichkeit der Zuwegung zur rechten Gewässerseite über die Brücke Nr. 12 vorhanden ist, ist ein Umbau von Brücke Nr. 10 auf eine Durchlassleistung von HQ_{100} nicht erforderlich und sie könnte daher ersatzlos zurückgebaut werden. Für den Umbau der Brücke Nr. 12 liegt bereits eine Planung bei der Gemeindeverwaltung Cunewalde vor. Dort ist die Maßgabe des schadlosen Überströmens bereits berücksichtigt worden.

Maßnahme 93 -4.3.2-1: Zur Minderung des Hochwasserrisikos im Oberlauf des Cunewalder Wassers wird hier der Neubau eines Hochwasserrückhalteraumes (OI2) oberhalb des Birkenhofes vorgeschlagen. Gemäß der Ortsbegehung, einer ersten visuellen Beurteilung und der Vorbemessung wäre es möglich, dort ein HRR mit einem Volumen von annähernd 5.000 m³ zu errichten. (vergl. Anlage 12)

Untersuchungsabschnitt 2:

Maßnahme 19 -2.1.2-2: Das Cunewalder Wasser ist hier durch Ufermauern begrenzt zwischen Privatgrundstücken und im weiteren Verlauf parallel zur Staatsstraße S 115. Direkt oberhalb des vorhandenen Sohlabsturzes mit zweimaligem 90° Richtungswechsel des Gewässers wird es zusätzlich durch die nicht leistungsfähige Brücke (Bauwerk Nr. 25) beengt. Mit der Änderung der Linienführung einschl. Absenkung des Sohlabsturzes um ca. 55 Zentimeter sowie dem Rückbau der Brücke soll das ansonsten leistungsfähige Profil freigegeben und der Aufstau durch die Brücke verhindert werden. Auf Grundlage einer örtlichen Entwurfsvermessung ist von der Objektplanung eine grundlegende Veränderung der geometrischen und abflusstechnischen Verhältnisse auszuarbeiten.

Maßnahme 39 -4.3.2-2: Zur Minderung des Hochwasserrisikos im Elzebachlauf und durch die
Maßnahme 111-4.3.2-2: Elzebach-Teilabflüsse im Cunewalder Wasser, wird der Neubau der Hochwasserrückhalteanlagen Eb2 und Eb3 vorgeschlagen. Im Hinblick auf Ihre Wirksamkeit wird nach Priorisierung aller HRR die kurzfristige Umsetzung der Hochwasserrückhalteanlagen Eb2 und Eb3 im Oberlauf vorgeschlagen (vgl. Anlage 12.1.2). Die Einordnung eines einzelnen großen Beckens unweit der Elzebachmündung in das Cunewalder Wasser ist wegen der Besiedlung dort nicht möglich. Dadurch ist die Rückhaltewirkung für Niederschlagsabflüsse auf die Flächen im Mittel- bis Oberlauf beschränkt.

Untersuchungsabschnitt 3:

Maßnahme 45 -4.3.1-3: Am Seitenbach Schwarzer Winkel (Kalter Born) befindet sich oberhalb des Hundesportplatzes ein kleines Hochwasserrückhaltebecken (und/oder Wasserspeicher?) in einer

natürlichen Mulde, welches jedoch beim HW 2010 zerstört wurde. Es wird vorgeschlagen, diesen vorhandenen Standort für einen Neubau/Umbau weiter zu nutzen (vergl. Anlage 12). Auf die besonderen Anforderungen zum Schutz des Grundwassers ist zu achten, da der derzeitige Standort in einem registrierten Trinkwasserschutzgebiet liegt. Grundrechtlich sind einfache Planverhältnisse zu erwarten.

Maßnahme 50 -3.1.3-3: Eine Gewässerprofilierung mit Rückbau der senkrechten Uferbefestigungen oberhalb der Firma Diplomat sollte die Ufermauer an der linken Gewässerseite durch eine Böschung (z.B. mit Steinsatzdeckwerk Neigung 1:1) ersetzen. An der rechten Gewässerseite ist die Verlandung zu entfernen und eine flache Böschung mit Neigungen bis zu 1:3 mit Anschluss an die Ufermauern ober- und unterhalb der Böschungsabflachung herzustellen. Der nicht leistungsfähige Steg (Bauwerk Nr. 65) sollte abgebaut werden.

Maßnahme 51 -3.1.3-3: Mittels Gewässerausbau zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit sollten die linksseitigen Ufermauern abschnittsweise in Böschungen umgebaut werden. Im Bereich Station km 4+829 betrage die Länge ca. 40 Meter mit Böschungsneigung von 1:1 bis 1:2, bei Station km 4+714 wäre der zweite Teilabschnitt ca. 30 Meter lang mit Böschungsneigung von 1:1 und bei Station km 4+645,72 wären ca. 15 Meter Böschungsabflachung mit Neigung 1:1,2 zu planen.

Maßnahme 52 -4.2.3-3: Am linken Ufer wäre hier der Neubau der HW-Schutzanlage zur Erhöhung der vorhandenen Ufermauer um mindestens 25 cm von Beginn der Flügelwand oberstromseitig von Brücke Nr. 67 bis zur Anbindung an die Hauptstraße erforderlich. Rechtsseitig des Gewässers wäre die vorhandene Ufermauer ebenfalls um mindestens 25 cm zu erhöhen. Ab Mauerende, welches ca. 87 cm über das anstehende Gelände aufragen müsste, wäre bis an den Parkplatz am Kirchweg entlang des Erlenweges eine HW-Schutzanlage zu errichten. Die für >HQ5 nicht ausreichend leistungsfähige Brücke (Bauwerk Nr. 67) ist nach jetziger Recherche nicht umbaufähig und bleibt weiter als Problemfall mit der Gefahr des Überströmens bei Hochwässern über HW5 bestehen. Zwei derzeit vorhandene Maueröffnungen mit Treppenstufen sollten verschlossen werden.

Maßnahme 105 -4.3.2-3: Nach örtlicher Recherche während der HWRMP-Bearbeitung bestünde die Möglichkeit für das Butterwasser einen Hochwasserrückhalteraum zu errichten (Bw 1, Konzeption siehe Anlage 12). Inwieweit dem grundrechtliche oder schutzgebietsrechtliche Hindernisse entgegenstehen, muss von der Objektplanung in Leistungsphase Vorplanung geprüft werden.

Untersuchungsabschnitt 4:

Maßnahme 71 -4.3.2-4: Die HWRMP konzipiert für das Teilwasser den Neubau einer Hochwasserrückhalteanlage (Tw2), da ein topografisch geeigneter Standort, eine natürliche Geländemulde, vorhanden ist (s. Anlage 12). Da auch das Teilwasser ein größeres Einzugsgebiet mit wesentlichen Abflüssen aufweist, müsste der HRR bei den örtlichen geometrischen Randbedingungen einen gesteuerten Drosselabfluss erhalten.

Untersuchungsabschnitt 5:

Maßnahme 72 -1.2.4-5: Mit der Bereitstellung von Flächen für Maßnahmen der Wasserrückhaltung und der naturnahen Gewässerentwicklung sind neben der unter Punkt 7.7 für diese Maßnahme aufgezeigte Profilerweiterungen auch die Möglichkeiten von Flächenentsiegelungen zu prüfen. Bei dem Betriebsgelände des ehemaligen Fuhrunternehmens Posselt ist zurzeit eine erhebliche Flächenversiegelung festzustellen. Diese sollte im Zuge der Arbeiten an den Ufermauern zumindest teilweise beseitigt und in Grünflächen umgewandelt werden. Die neuen Böschungen des linken Gewässerufers sollten mit flacher Neigung von 1 : 3 bis 1 : 5 einen naturnahen Charakter des Cunewalder Wassers in diesem Bereich wieder herstellen. Die Objektplanung sollte vorrangig ingenieurbioologische Verbausysteme anwenden und berücksichtigen, dass auf dem betreffenden Grundstück Versorgungsmedien befinden.

Maßnahme 106 -4.3.2-5: Am Neuweigersdorfer Wasser liegt ein kleiner Feuerlöschteich, der möglicherweise in den vorgeschlagenen HRR integriert werden kann (Nww3) oder er könnte oberhalb der Matschenstraße neu angelegt werden. Auch hier sind eine genauere Beurteilung der grundsätzlichen Standorteignung und die Mikroplanung erst nach Vorliegen entsprechender Arbeitsgrundlagen bei der Objektplanung möglich. Nach derzeitiger Konzeption reicht der vorgeschlagene Makrostandort für einen Hochwasserrückhalteraum aus.

Untersuchungsabschnitt 6:

Zum Untersuchungsabschnitt 6 (Auenflächen und grüne Vorländer bei Bederwitz/Rodewitz) sind derzeit konkretere bauliche Hinweise zu Maßnahmevorschlägen nicht zu geben.

8 Strategische Umweltprüfung

Die Hochwasserrisikomanagementplanung kann nach dem „Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) der Pflicht einer strategischen Umweltprüfung unterliegen, deren Größen- und Leistungswerte durch die Landesgesetzgebungen im Einzelnen bestimmt werden.

Eine separate strategische Umweltprüfung ist im Hochwasserrisikomanagementplan Cunewalder Wasser „nicht erforderlich, da nur für die Gesamt-HWRMP der Flussgebietseinheit Elbe insgesamt eine strategische Umweltprüfung erfolgt.“

(Mitteilung des Landratsamtes Bautzen, Untere Wasserbehörde, im Schreiben vom 28.02.2013 an eta AG engineering, Büro Bautzen)

9 Zusammenfassung und methodische Bewertung

9.1 Zusammenfassung

Die Hochwasserrisiko-Managementplanung für das Einzugsgebiet des Gewässers II. Ordnung *Cunewalder Wasser* wurde von der Gemeinde Cunewalde, Freistaat Sachsen, Direktionsbezirk Dresden, beauftragt, nachdem im Jahr 2010 ein Extremhochwasser hohe Schäden an der Siedlungsinfrastruktur und dem Gewässer in der Ortslage verursachte.

Die Bearbeitung erfolgte nach einer spezifischen Aufgabenstellung der Landesdirektion Sachsen in Anlehnung an das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL) in zwei Stufen: Zuerst wurde das Hochwasserrisiko mit einer Untersuchung der geschädigten Gewässer- und Hochwasserinfrastruktur hinsichtlich Hochwasserrisiko bewertet. In der zweiten Stufe wurde mit den Ergebnissen der Risikofeststellung die eigentliche Hochwasserrisikomanagementplanung aufgenommen mit der Beschaffung der geodätischen Arbeitsgrundlagen, wie staatliches digitales Geländemodell, Landnutzungs- und Bodendaten und topografische Kartenwerke, sowie der terrestrische Aufnahme des gesamten Flussschlauches des Cunewalder Wasser. Auf dieser Datenbasis wurde ein Niederschlags-Abfluss-Modell für das Gewässereinzugsgebiet erstellt, mit dem die bislang wegen fehlender Pegelaufzeichnungen unbekanntem Abflussgrößen des Cunewalder Wassers für drei signifikante Hochwasserszenarien quantifiziert und daraus mittels hydraulischer Berechnung stationsbezogene Abflüsse und Wasserspiegellagen ermittelt werden konnten.

Der Hauptteil der Hochwasserrisikomanagementplanung umfasste nach Art. 7 der HWRM-RL die Ermittlung des Schutzgrades und des Gefährdungs- und Schadenspotenziales, nach Art. 6 die Erstellung von Hochwassergefahren- und risikokarten sowie nach § 75 WHG die Ausarbeitung von Hochwassermanagementplänen. Im Ergebnis entstand die Dokumentation der hochwasserbezügliche IST-Situation im und entlang des *Cunewalder Wassers* als Zahlenwerk und durch Plandarstellungen, sowie die Ausarbeitung von mehr als einhundert Maßnahmevorschlägen baulicher und organisatorischer Art, gegliedert in Maßnahmetypen, Maßnahmeprioritäten und Flussabschnitte, für das künftige Hochwasserrisikomanagement.

Damit stehen der örtlichen kommunalen Verwaltung und den zuständigen Bau- und Wasserbehörden die Werkzeuge für die Beurteilung und Entscheidung über laufende und künftige Bau- und Organisationsmaßnahmen im Einzugsgebiet des Cunewalder Wassers zur Verfügung. Als Beispiele für wichtige Ergebnisse der HWRM-Planung seien genannt: Die Ausweisung der Durchflussmengen und Wasserspiegellagen für das Gewässer vom Anfang bis zur Mündung in den Fluss Spree; die zentimetergenaue Berechnung der Wasserspiegellagen bei 5-jährlichem, 100-jährlichem und 200-jährlichem Hochwasserszenario; die Prognose des Schadenspotenziales durch Hochwässer; die Darstellung der Überflutungsausdehnungen; Kostenannahmen für jeden Maßnahmevorschlag; konzeptionelle Angaben zu möglichen Standorten von Hochwasserrückhalteanlagen, usf.

Im Falle des Cunewalder Wassers bildet die Hochwasserrisikomanagementplanung auch die Grundlage für eine nachhaltige Wiederaufbauplanung nach den jüngsten Hochwasserschadensereignissen der Jahre 2010 und 2013, ohne jedoch die konkreten Objekt- und Genehmigungsplanungen vorwegnehmen zu können. Die hydrologischen und hydraulischen Ergebnisse der vorliegenden HWRMP stellen in Verbindung mit den priorisierten Maßnahmevorschlägen zur Hochwasserrisikominderung einen Leitfaden für künftige Investitionsentscheidungen und Objektplanungen zur Verfügung.

9.2 Methodische Bewertung

Bei der Bearbeitung der vorgelegten Hochwasserrisikomanagementplanung konnten zahlreiche Erfahrungen hinsichtlich Aufgabenstellung und Methodik gewonnen werden, die für künftige Untersuchungen von Bedeutung sein können. Folgende Beispiele seien genannt:

Zum Zeitpunkt der Beschaffung der Arbeitsgrundlagen zeigte sich, dass für das Untersuchungsgebiet nur das digitale **Geländemodell DGM 25** beim Staatsbetrieb Geobasisinformationen und Vermessung Sachsen erhältlich war. Damit war die erzielbare Genauigkeit der digitalen Datenverschneidung im Verarbeitungsprozess des Bearbeiters stark vergrößert. Die Auflösung des verwendeten DGM 25 betrug 20 Meter, die Höhengenaugigkeit diskreter Einzelpunkten umfasste in dem geeigneten Gelände die Spanne von 20 Zentimeter bis drei Meter! Allein programmtechnisch - wie bei Auftragserteilung beabsichtigt - konnte so die Generierung der grafischen Ausgaben von Überschwemmungsgebieten, der Hochwasserintensitäten und ähnlicher Pläne nicht erfolgen. Vom Bearbeiter musste ein hoher zusätzlicher Aufwand an manueller Nachbearbeitung mit Hilfe des analogen topografischen Kartenwerkes TK10 betrieben werden, um mit dem DGM 25 überhaupt realitätsbezogene Planwerke mit hinreichender Auflösung erzeugen zu können.

Für die **Niederschlags-Abfluss-Modellierung** war die Verwendung des grobgerasterten DGM 25 hingegen vorteilhaft, weil höhere Auflösungen statt zu einer signifikanten Genauigkeitssteigerung nur zu einer Vergrößerung des Rechenaufwandes geführt hätten. Die Niederschlags-Abfluss-Berechnung erfordert jedoch Pegelmessstellen und -aufzeichnungen als unabdingbare Datengrundlage für die Kalibrierung der Abflussspenden. Im vorliegenden Untersuchungsgebiet des EG *Cunewalder Wasser* und auch im weiteren Umkreis des Gewässernetzes existieren bis heute keine Pegelorte. Das bedeutete im Grundsatz die Unmöglichkeit einer fachgerechten N-A-Modellierung. Vom Bearbeiter wurden hilfsweise Daten aus älteren Untersuchungen, eigenen Vergleichen und örtlichen Planuntersuchungen zur Kalibrierung herangezogen, um das Fehlen von Pegelaufzeichnungen bei der Modellierung teilweise zu ersetzen und mit der Wirklichkeit in Übereinstimmung zu bringende Ergebnisse zu erhalten.

Nach Abschluss stellt sich die Frage, ob die bekannten Rechenprogramme, die für Niederschlags-Abfluss-Modellierungen wesentlich größerer Flussgebiete mit ausreichend Pegeldatenbeständen entwickelt wurden, überhaupt für sehr kleine Einzugsgebiete und, wie im vorliegenden Falle im engen Kerbtal des Cunewalder Wassers, verwendbar sind. Hinzu kommt, dass in Gewässern II. Ordnung in der Regel auch keine belastbaren Pegelaufzeichnungen existieren. Weiterhin weisen erfahrungsgemäß enge Flusstäler besondere Eigenschaften des Niederschlags-Abfluss-Charakters auf, die von den üblichen großflächigen N-A-Modellvorstellungen möglicherweise nur unzureichend berücksichtigt werden können.

Eine Lösung zur Vermeidung der vorgenannten Probleme bei der Untersuchung kleiner isolierter Einzugsgebiete von Gewässern II. Ordnung böte sich aus Sicht des Verfassers, wenn künftig die Niederschlags-Abfluss-Berechnung über größere Landflächen zusammengefasst für mehrere benachbarte Einzugsgebiete kleiner Gewässer unter Einschluss des Vorflutgewässerabschnittes I. Ordnung erfolgen würde. Als Effekt käme dabei auch hinzu, dass dann die Abflussberechnungen von benachbarten kleinen Einzugsgebieten sowohl untereinander, als auch mit dem Vorflutgewässer I. Ordnung harmonisiert würden, d.h. auch kumulativ ohne nachträgliche Vergleiche stimmig wären. Die eigentlichen Hochwasserrisikomanagementpläne könnten darauf aufbauen und so auch für beliebig kleine Gewässereinzugsgebiete bis hin zu Einzeluntersuchungen erstellt werden.

10 Literatur und Datenquellen

Literatur

- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2010): Empfehlungen zur Aufstellung von Hochwasserrisikomanagementplänen; Ständiger Ausschuss der „Hochwasserschutz und Hydrologie“ der LAWA (AH); Obmann: Horn, Peter; beschlossen auf der 139. LAWA-VV im März 2010; Dresden
- Carstensen, D. et al. (1995): Richtlinie für die naturnahe Gestaltung der Fließgewässer in Sachsen; Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Materialien zur Wasserwirtschaft (1995); Dresden
- Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN) (1992): DIN 4049-1, Hydrologie – Grundbegriffe; Berlin; Dezember 1992
- Gemeinde Cunewalde (2010): Vorläufiger Sachstandsbericht zur Schadensbilanz Augusthochwasser vom 07.08.2010 und derzeitiger Vollzug von Hilfsprogrammen; Gemeinderatssitzung am 15.09.2010; Präsentation; Cunewalde
- Hempel, Matthias (2010): Naturkatastrophe verursacht Millionenschäden im Cunewalder Tal; Amtsblatt der Gemeinde Cunewalde (CBZ); Artikel; Cunewalde; September 2010
- Landesamt für Denkmalpflege Sachsen (2012): Stellungnahme mit Übermittlung der bekannten Denkmale im Umfeld des Vorhabensgebietes vom 19.03.2012
- Landesdirektion Dresden (2011a): Verordnung der Landesdirektion Dresden zur Bestimmung des Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung „Spreegebiet oberhalb Bautzen“ vom 17.01.2011
- Landesdirektion Dresden (2011b): Verordnung der Landesdirektion Dresden zur Bestimmung des Gebietes von gemeinschaftlicher Bedeutung „Czorneboh und Hochstein“ vom 17.01.2011
- Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (2003): Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten für Fließgewässer - Empfehlungen für die Ermittlung des Gefährdungs- und Schadenpotenziales bei Hochwasserereignissen sowie für die Festlegung von Schutzziele vom 18.02.2003, i.V.m. Mitteilung vom 08.01.2013: Aktualisierte Vermögenswerte und deren Anwendung bei Nutzen-Kosten-Analysen für Hochwasserschutzinvestitionen.
- Landratsamt Bautzen (1999): Verordnung des Landkreises Bautzen zur Festsetzung des Landschaftsschutzgebietes „Oberlausitzer Bergland“ vom 25.01.1999, zuletzt geändert durch Verordnung des Landkreises Bautzen vom 30. Juni 2010 (Sächs. GVBl. S. 231)
- LfUG/ LfULG (2012): Informationssysteme, interaktive Karten, Dienste und GIS-Daten; Stand Februar/März 2012
- Regierungspräsidium Kassel, Abteilung Umwelt und Arbeitsschutz, Dezernat Oberirdische Gewässer und Hochwasserschutz (2010): Hochwasserrisikomanagementplan für das hessische Einzugsgebiet der Fulda; in Zusammenarbeit mit der Universität Kassel, Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft; Stand: August 2010

- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2012): Kurzfassung MaP 120 „Czorneboh und Hochstein“; Veröffentlichung des LfUG, bearbeitet von Jestaedt, Wild + Partner; Dresden ; Stand: Februar 2012
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (1995): Richtlinien für die naturnahe Gestaltung der Fließgewässer in Sachsen; Materialien zur Wasserwirtschaft 2/1995
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2005): Ufersicherung – Strukturverbesserung, Anwendung ingenieurbioologischer Bauweisen im Wasserbau; Handbuch (1); Dresden
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011a): Gemeindestatistik für Cunewalde, Flächennutzung; Stand: 12/2010
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2011b): Bevölkerung des Freistaates Sachsen jeweils am Monatsende ausgewählter Berichtsmonate nach Gemeinden; Medieninformation; Stand: 12/2011
- WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH (2005): Hochwasserschutzkonzeption Nr. 42, Spree oberhalb Talsperre Bautzen, Gefahrenkarten für die Gemeinde Kirschau; Dresden; Januar 2005
- WASY Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH (2004): Überschwemmungsgebiete im Landkreis Bautzen, Vervollständigung der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten an Gewässern 2. Ordnung, Teil A: Butterwasser, Cunewalder Wasser und Sohlander Dorfbach; Dresden, Juni 2004
- eta AG engineering (2012): Hochwasserrisikomanagementplanung Cunewalder Wasser, Stufe 1: Bewertung des Hochwasserrisikos nach § 73 WHG mit Untersuchung der geschädigten Gewässer- und Hochwasserinfrastrukturen; Bautzen, März 2012
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2008): Kommunale Aufgaben im Hochwasserrisikomanagement; Präsentation von Harald Geyer, Oktober 2008
- Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2008): Rechtliche Aspekte bei der Umsetzung der HWRM-RL; Präsentation von Wolf-Dieter Dallhammer, Oktober 2008
- Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2008): Entwicklungen bei Vorhersage und Warnung im modernen Hochwasserrisikomanagement; Präsentation von Uwe Höhne, Oktober 2008
- Landkreis Görlitz, Stabsstelle Flut (2011): Kommunales Hochwasserrisikomanagement und Schadensbeseitigung; Präsentation von Birgit Weber, Mai 2011
- Schmidt, K. et al. (2012): Risiken erkennen - Gemeinsam handeln! Die Umsetzung der Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie in Baden-Württemberg; Artikel in der KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, Ausgabe 1/12, Januar 2012

Ingenieurbüro Giehler (2012a): Beseitigung Hochwasserschaden, Brücke mit Wehranlage und Stützwand zum Cunewalder Wasser, Finkengasse/Bachweg in Cunewalde; Oderwitz, März 2012

Ingenieurbüro Giehler (2012b): S115 - Ausbau Cunewalde, 3. BA, Ersatzneubau Stützmauer 6 mit Brücke BW 29; Oderwitz, Februar 2012

Gesetze

Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vom 29.07.2009, zuletzt geändert am 07.08.2013.

Sächsisches Denkmalschutzgesetz (SächsDSchG) vom 03.03.1993, rechtsbereinigt mit Stand vom 01.03.2012.

Sächsisches Naturschutzgesetz (SächsNatSchG) vom 03.07.2007, rechtsbereinigt mit Stand vom 06.06.2013.

Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) vom 12.07.2013

Richtlinien

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006): Richtlinie 2006/7/EG des europäischen Parlaments und des Rates über die Qualität der Badegewässer und deren Bewirtschaftung und zur Aufhebung der Richtlinie 76/160/EWG vom 15.02.2006

HWRM-RL – Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken

WRRL – Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates der Europäischen Union vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik

Internet

<http://www.bfn.de> (Zugriff 13.03.2012)

<http://www.cunewalde.de>, Zugriff 20.02.2012

<http://www.czorneboh.de>, Zugriff 02.03.2012

<http://www.demografie.sachsen.de>, Zugriff 05.03.2012

<http://www.dwd.de>, Zugriff 28.02.2012

Sonstige

Landratsamt Bautzen, Umweltamt, Gewässerschau Cunewalder Wasser vom 30.01.2012 bis 03.02.2012.

11 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
a.a.R.d.T.	Allgemein anerkannte Regeln der Technik
AWOS GmbH	Abwasserentsorgung Obere Spree GmbH
B.Sc.	Bachelor of Science
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG	Einzugsgebiet
et al.	lateinisch für „und andere“
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FGE	Flussgebietseinheit
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
GIS	Geoinformationssystem
KGA	Kleingartenanlage
ifs. GmbH	Institut für Freiraum und Siedlungsentwicklung
i. V. m.	in Verbindung mit
HQ	Höchste Abflussmenge innerhalb eines Beobachtungszeitraums
HHQ	Höchstes Hochwasser
HRR	Hochwasserrückhalteraum
Hrsg.	Herausgeber
HW	Hochwasser
HWR	Hochwasserrisiko
HWRMP	Hochwasserrisikomanagementplan
HWSK	Hochwasserschutzkonzept
i. S.	Im Sinne
Kap.	Kapitel
k. A.	keine Angabe
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (ältere Bezeichnung)
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LSG	Landschaftsschutzgebiet
m ü. HN	Meter über Höhennormal (Höhenangabe im Staatl. Nivellementnetz 1976 – SNN76)
MaP	FFH-Managementplan
Mdg.	Mündung
nWAP	nachhaltige Wiederaufbauplanung (Quelle: Landesdirektion Sachsen)
OL	Ortslage
OT	Ortsteil

Abkürzung	Bedeutung
RL	Richtlinie
RRB od. RHB	Regenrückhaltebecken
S	Schutzmaßnahme
S 176	Staatsstraße 176
SächsDSchG	Sächsisches Denkmalschutzgesetz
SächsNatSchG	Sächsisches Naturschutzgesetz
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
SCI	Site of Community Importance (Gebiet gemeinschaftlicher Bedeutung - FFH-Gebiet)
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SR	Schadensrisiko
StLa Sachsen	Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen
TEZG	Teileinzugsgebiete
UR	Untersuchungsraum
VWV	Verwaltungsvorschrift
WG	Wassergesetz
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie