

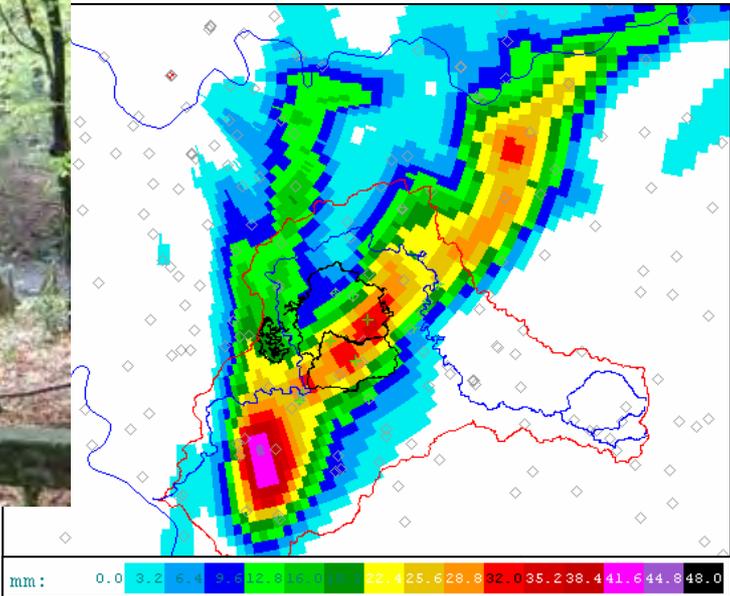
Hochwasserschutzkonzept des Wupperverbandes



WUPPERVERBAND

für Wasser, Mensch und Umwelt

September 2008





Vorbemerkung

Starkregeneignisse mit lokalen Hochwässern sowie der Trockenmonat April 2007 haben in den Verbandsgremien zu einer Diskussion über Klimaveränderungen - und daraus folgend die nicht auszuschließenden Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Wupper - geführt.

Auftragsgemäß legte der Vorstand den Verbandsgremien ein Hochwasserschutzkonzept vor, das in der Sitzung des Verbandsrates vom 18.09.2008 einstimmig beschlossen wurde.

Das Hochwasserschutzkonzept hat drei Säulen:

1. Daten, Modelle und Berechnungen
2. Maßnahmen
3. Kommunikation und Information

Bei Eintritt von Hochwasser wird deutlich, dass sehr viele Menschen betroffen, beteiligt oder für Informationen, Gefahrenabwehr etc. zuständig sind. Räumlich sind sie stark verteilt. Zuständigkeitsregelungen erschweren die Betrachtung des Ganzen.

Durch die fachtechnischen Ausführungen im Hochwasserschutzkonzept soll erreicht werden, dass der Kenntnis- und Bildungsstand aller an der Thematik Beteiligten und Interessierten ausgebaut wird.

Wir haben das Ziel, die wasserwirtschaftlichen Auswirkungen infolge des Klimawandels gemeinsam mit den im Ereignisfall Involvierten gemeinsam anzugehen, zum Schutz von Leib und Leben, Hab und Gut.

Bernd Wille

- Vorstand -



Handlungskonzept Hochwasserschutz

1	Einleitung	3
1.1	Randbedingungen bei der Umsetzung	3
1.2	Ansätze des Handlungskonzeptes.....	4
2	Arbeitspakete	4
2.1	Historische Recherchen, Erarbeitung von Prioritäten.....	4
2.1.1	Analyse der vorhandenen Klimaaufzeichnungen.....	4
2.1.2	Aufarbeitung der bekannten Gefahrenschwerpunkte und Abgleich/Ergänzung durch Gewässerbegehungen	5
2.1.3	Aufbau einer digitalen Wissensbasis.....	5
2.1.4	Prioritätenliste.....	6
2.2	Hydrologische und hydraulische Berechnungen.....	6
2.2.1	Speicherbauwerke.....	6
2.2.2	Überflutungsbereiche	7
2.2.3	Berechnungsmethoden	8
2.3	Die Risiko- und Schadenspotenzialanalyse.....	8
2.4	Warndienst	9
3	Handlungsreihenfolge und zeitliche Realisierung der Arbeitsschritte	10
4	Erhebung und Nutzung klimatologischer Daten	12
4.1	Veranlassung	12
4.2	Datenfluss bei der Erhebung und Nutzung klimatologischer Daten	13
4.2.1	Erhebung der hydrologischen Daten.....	14
4.2.2	Einspeisung in Informationssystem des WV	15
4.2.3	Automatisierte Prüfung der Zeitreihen (Online):.....	15
4.2.4	Online-Bereitstellung der Daten	15
4.2.5	Prüfung und Archivierung der Daten.....	16
4.2.6	Bereitstellung der Zeitreihen für die verschiedensten Fragestellungen (Online und Offline Nutzung).....	17
4.3	Fazit.....	19
5	Datenbank und geografisches Informationssystem	20
5.1	Veranlassung	20
5.2	Umsetzung Datenbank.....	20
5.3	Darstellung im GIS	22
6	Talsperren	23
6.1	Bedeutung	23
6.2	Literatur	24
7	Hochwasserrückhaltebecken - Umsetzung der DIN 19700	25
7.1	Veranlassung	25
7.2	Bemessungskonzept von Stauanlagen gemäß der DIN 19700.....	26
7.3	Konzept des Wupperverbandes.....	27
7.3.1	Vorarbeiten - Modul 0: Grundlagenermittlung und Klassifizierung der HRB.....	28
7.3.2	Modul 1: Darstellung der Erfordernis für ein HRB (Ermittlung BHQ ₃).....	29
7.3.3	Modul 2: Überprüfung und Bemessung der HRB.....	29
7.3.4	Modul 3: Überprüfung der Standsicherheit	30
7.3.5	Modul 4: Anpassung der Betriebsvorschriften	30
7.4	Zeitplan und Kosten	30
7.5	Fazit.....	32
7.6	Literatur	32



8	Überflutungsbereiche	33
8.1	Definitionen	33
8.2	Tätigkeiten.....	33
8.3	Literatur	36
9	Hydrologische und hydraulische Berechnungen.....	37
9.1	Einführung – Wasserbilanzmodelle	37
9.2	Abflussprozesse bei der Wasserbilanzmodellierung	37
9.3	Grundlage für die Aufstellung von hydrologischen Modellen.....	38
9.3.1	Benötigte Daten für die Berechnungen von hydrologischen Modellen	39
9.3.2	Erstellung des hydrologischen Systemplans.....	40
9.3.3	Kalibrierung von Wasserbilanzmodellen	41
9.3.4	Ermittlung von Abflüssen verschiedener Jährlichkeiten.....	41
9.4	Hydraulische Modelle.....	42
9.5	Hydrologische und hydraulische Modelle beim Wuppertalverband.....	43
9.5.1	Bestehende Modelle.....	43
9.5.2	Geplante Modellaufstellungen.....	44
10	Warndienst.....	46
10.1	Randbedingungen.....	46
10.2	Umsetzung	47
10.3	Literatur	49



1 Einleitung

In den Gremiensitzungen im März und April 2008 wurden mit der Vorlage „Sachstandsbericht Hochwasserschutzkonzept“ erste konzeptionelle Gedanken zur Umsetzung eines Handlungskonzeptes Hochwasserschutz des WV eingebracht.

In der ersten Vorlage wurde schwerpunktmäßig auf die fachlichen und juristischen Grundlagen eingegangen. Eine weitere Konkretisierung der Hochwasserschutzkonzeption erfolgt nun durch dieses Handlungskonzept im Rahmen der Zielvereinbarung "Vorlage eines Handlungskonzeptes auf der Basis der Strategievorlage "Hochwasserschutz" unter Beachtung von Prioritäten, Kosten und Personalressourcen."

Ziel des Hochwasserschutzes beim WV ist, Hochwassergefahren für Leib und Leben sowie Hab und Gut zu vermeiden oder zu reduzieren. Zur Zielerreichung ist die bestehende Situation zu erfassen, abzubilden, die Leistungsfähigkeit des Systems mit Niederschlags-Abflussszenarien zu berechnen. Es sind Risiko- und Schadenspotentiale zu bestimmen, Informationssysteme auf Basis aktueller Situationen aufzubauen, sowie Betroffene, Akteure und Entscheidungsträger in einem Entwicklungsprozess zu sensibilisieren und einzubeziehen.

1.1 Randbedingungen bei der Umsetzung

Hochwasserschutz gehört zu den „hoheitlich“ zu erfüllenden Aufgaben des Verbandes. Zahlreiche Elemente des Hochwasserschutzes werden derzeit in verschiedenen Organisationseinheiten erarbeitet. Mit dem Handlungskonzept Hochwasserschutz wird ein Querschnittsprozess generiert und ein Koordinator für die Gesamtaufgabe bestimmt.

Personal- und Finanzressourcen werden gebündelt. Im Kernteam, das aus 12 MitarbeiterInnen besteht, werden die Fachkompetenzen zum Hochwasserschutz zusammengeführt.

Die Konzeption wird zeitlich unter Beachtung von Prioritäten und Kosten umgesetzt. Im jährlich den Verbandsgremien vorzulegenden Strategiebericht wird über die Umsetzung des Handlungskonzeptes berichtet.

Dies bedeutet, dass der Stellenplan des Wupperverbandes nicht ausgeweitet wird, jedoch personelle Ressourcen zielorientiert umstrukturiert werden müssen, um eine intensiviertere Bearbeitung des komplexen Themenfeldes zu gewährleisten.

Die Aufgabenerledigung erfolgt im Wesentlichen mit den eigenen Personalressourcen. Ingenieuraufträge (z.B. Wasserbilanzmodelle) werden wie bisher aus den bestehenden Budgetansätzen getätigt. Weitere aufgabenbezogene Budgetansätze finden sich in den GB 9400 Talsperren und GB 9500 Gewässerunterhaltung. Notwendig werdende Aufwendungen



für die Arbeitsgebiete der Hochwasserrückhaltebecken erfolgen einzelveranlagt aus dem GB 9600, in Abstimmung mit den jeweiligen Kommunen.

1.2 Ansätze des Handlungskonzeptes

Die Ermittlung von wasserwirtschaftlichen Grundlagen und Teilaufgaben des Hochwasserschutzes gehören zu den Kernaufgaben des WV und sind tägliche Praxis. Verändert in der strategischen Ausrichtung ist vor dem Hintergrund der Auswirkungen einer möglichen Klimaveränderung und der damit einhergehenden Sensibilisierung in der Gesellschaft eine Schwerpunktbildung im Unternehmen. Aus der Erfahrung und Kompetenz des Wupperverbandes und seiner Partner lässt sich folgendes für die Konzeption festhalten:

- Der Wupperverband verfügt über Methoden und Ressourcen um die Aufgaben zu bearbeiten, die sich mit der Verantwortung der Erfüllung des Themas Hochwasserschutz ergeben. Der Wupperverband kann bereits auf Informationstechnologien wie Datenbankstrukturen, Geoinformationssysteme und Software zurückgreifen, um die große Menge an entstehenden Daten zu Informationen zu verarbeiten. Aus Geodaten und Zeitreihen entstehen Modellierungen zur Ermittlung von Defiziten und geeigneten Maßnahmen.
- Die anzuwendenden Methoden werden ständig mit denen anderer fachkompetenter Institutionen abgeglichen oder miterarbeitet. Hierbei sind vor allem die Mitarbeit in Arbeitsgruppen (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Bundesverband des Bundes der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau und das Hochwasserkompetenzzentrum), die Kooperation der Wasserwirtschaftsverbände zur Weiterentwicklung der Niederschlags-Abfluss-Modellierung, die Kooperation mit dem Deutschen Wetterdienst zur Nutzung von Radardaten oder die Beteiligung an Forschungsprojekten zu nennen.
- Die Zusammenarbeit mit den Kommunen findet bereits in enger Abstimmung statt und gewährleistet konsensfähige Planungen.
- Das Konzept setzt auf die bereits laufenden Aktivitäten beim Wupperverband auf und entwickelt diese intensiviert weiter.

2 Arbeitspakete

2.1 Historische Recherchen, Erarbeitung von Prioritäten

2.1.1 Analyse der vorhandenen Klimaaufzeichnungen

Die Eingrenzung der historischen Ereignisse, die in der Vergangenheit zu Schäden geführt haben, ist sehr schwierig. Hierfür müssen viele Quellen ausgewertet und zusammengetragen werden. Dabei sind Archive oftmals nur mit zeitlichem Bezug katalogisiert und nicht themenbezogen (Beispiel alte Daten der Feuerwehren). Um die Recherchen gezielter eingrenzen zu können, müssen die vorhandenen **Regendaten**



(über 50 Stationen) und Pegel (ebenfalls um die 50) analysiert und auf Ereignisse abgeprüft werden. Dies kann im ersten Schritt nur grob und auf extremere Ereignisse hin erfolgen. Hilfe hierbei können die vorhandenen N-A-Modelle liefern, die den Bezug zwischen Niederschlag und Abfluss abbilden. Vorbereitend dient die Analyse auch der Online-Bereitstellung von Messdaten innerhalb eines Warndienstes (siehe **Kapitel 4**).

2.1.2 Aufarbeitung der bekannten Gefahrenschwerpunkte und Abgleich/Ergänzung durch Gewässerbegehungen

Als Ergänzung für die beim Wupperverband vorhandenen Informationen (vor Ort Kenntnisse des Betriebes Gewässer Wupperverband, Schadensmeldungen, Vorgänge bei „Träger öffentliche Belange“) über bekannte Hochwasserereignisse können diese nach Auswertung der Niederschlags-Abfluss-Ereignisse eingegrenzt und bei den entsprechenden Beteiligten wie Feuerwehr, THW und Wasserbehörden, ebenso bei betroffenen Bürgern oder aus Medienberichten abgefragt werden. Wo bereits ermittelt, können auch Auswertungen vorhandener Modellergebnisse genutzt werden. Nach erfolgter Priorisierung und dadurch festgelegter Abfolge, findet eine intensiviertere Begehung der Fließgewässer inklusive der digitalen Aufnahme von **ca. 770 Rechen** und weiterer Bauwerke (auch Teiche) im Verbandsgebiet statt, ergänzt durch die optische Inspektion der **ca. 175 km Verrohrungen**. Zwei Ergebnisse werden hierbei erzielt: ein aktueller Überblick über Bestand und Zustand der Betriebspunkte und Bauwerke, sowie Kenntnisse zur Beurteilung von Retentionswirkungen und Leistungsfähigkeit der Gewässer – auch als wichtige Eingangsgrößen für die späteren Modellierungen. Einsatzpläne zur Kontrolle, auch gekoppelt mit einem auszubauenden Warndienst (vor und nach Ereignissen) können hiernach modifiziert bzw. gezielter ausgestaltet werden.

2.1.3 Aufbau einer digitalen Wissensbasis

Bei der Fülle an Daten, die durch die Erhebungen entstehen, müssen diese gebündelt werden, um Informationen daraus zu gewinnen zu können. Dies kann nur innerhalb **strukturierter Datenbank- und Geoinformationssysteme** geschehen. Der Wupperverband kann hier auf bereits bestehende Datenbanksysteme wie die „Träger-öffentliche-Belange“-Datenbank zurückgreifen: Vorgangsbezogene Ablage von Informationen mit Ortsbezug, mittels Kategorisierung, Suche nach Stichworten und Ablagemöglichkeit von Dokumenten. Die Datenbankstruktur soll auf die Bereiche **Gewässerunterhaltung und Hochwasserschutz** erweitert werden, da hier große Synergien erzielt werden können, sowohl in der praktischen Arbeit als auch im Einsatz von Ressourcen, die beim Aufbau und zur Pflege aufgewendet werden müssen.

Da die Daten nicht nur in der Historie eingeordnet werden müssen, sondern auch immer einen **Ortsbezug** haben, werden diese in ein geografisches Informationssystem eingebunden. Innerhalb eines Forschungsprojektes sind die ersten **Standards** zur

Darstellung von Geodaten erarbeitet worden und können somit konsequent fortgeschrieben werden (siehe **Kapitel 5**).

Die Bereitstellung der für alle zugänglich zu machenden Daten (Berücksichtigung Datenschutz) hat das Ziel, die potentiell Betroffenen sowie Akteure über Abflussszenarien web-basiert und in **verständlicher** Form (z.B. Klimadaten, Überflutungsflächen mit Wasserstand und Fließgeschwindigkeit usw.) zu informieren.

2.1.4 Prioritätenliste

Aus den beschriebenen Aufarbeitungen werden die Prioritäten (nach Risiko- oder Schadenspotenzial) der im Weiteren abzuarbeitenden Gebiete ermittelt. Hierbei erfolgt auch eine Konkretisierung des erforderlichen Arbeitsaufwandes der nachfolgend beschriebenen Arbeitspakete (detaillierte Vermessungen, Messungen und Berechnungen). Aus der weiterfolgenden Bearbeitung (genauere Kenntnisse) können sich neue Prioritäten ergeben und müssen dementsprechend dokumentiert und diskutiert werden.

2.2 Hydrologische und hydraulische Berechnungen

Die modellgestützten Berechnungen erfolgen unter verschiedensten Intentionen: Bemessungen und Sicherheitsüberprüfungen von Speicherbauwerken, Ermittlung der Leistungsfähigkeit der Gewässersysteme sowie Ermittlung von überflutungsgefährdeten Bereichen inklusive der dazugehörigen Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten.

Bei den Speicherbauwerken ist zwischen Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken zu unterscheiden, bei der Ermittlung von überflutungsgefährdeten Bereichen zwischen so genannten „**Überschwemmungsgebieten nach § 32 WHG und §112 LWG**“, die von den zuständigen Behörden ermittelt werden und den Gebieten, die auch außerhalb dieser zur **Retentionsraumsicherung (vorbeugender Hochwasserschutz)** gedachten Gebiete ein Risiko- oder Schadenspotenzial ausweisen. Die **potentiell gefährdeten Überflutungsgebiete** sollen alle vom Wupperverband im bereits bestehenden Hochwasserthema im FluGGS eingebunden und somit in Lage und zugehörigem Wasserstand (ergänzt durch Profile) allen Beteiligten zugänglich gemacht werden.

2.2.1 Speicherbauwerke

Speicherbauwerke haben einen großen Einfluss auf das Wasserregime in einem Einzugsgebiet. Da sie meist mehrere kombinierte Funktionsweisen haben, müssen diese in den Modellen und Berechnungen detailliert abgebildet werden, um die Randbedingungen realistisch nachzuvollziehen. Da neben der notwendigen positiven Schutzwirkung durch den Aufstau von Wassermengen, entweder nur im Ereignisfall oder sogar dauerhaft (Dauerstau) bei sehr hoher Belastung der Bauwerke ein viel größeres Risiko für die Unterlieger entsteht als bei nicht Vorhandensein, muss die Sicherheit auch für das Versagen der bemessenen **Hochwasserschutzwirkung** nachgewiesen werden



(Betrachtung des Systems bei extremen Ereignissen: z.B. einem Regen-/Abflussereignis mit einer Auftretenswahrscheinlichkeit von 1 mal in 1.000 Jahren.

2.2.1.1 Talsperren

Die Talsperren im Verbandsgebiet (Wuppertalverband und andere Betreiber) sind wasserwirtschaftlich wichtige Bauwerke. Daher müssen sie in die Betrachtungen zum Hochwasserschutz, auch an den Nebengewässern, mit einbezogen werden. Der besonderen Bedeutung für den Hochwasserschutz (vor allem der Wuppertalsperre) wird bereits durch den entsprechenden Betrieb Rechnung getragen. Die Sicherheitsüberprüfungen laufen an den Talsperren regelmäßig und daher besteht hier derzeit kein Ansatz die Aktivitäten auszuweiten (siehe **Kapitel 6**). Wichtig ist es daher den oben genannten Betrieb auch bei Modellrechnungen realistisch abzubilden und zu berücksichtigen (Beispiel: Hochwassergefahrenkarten Wupper und Dhünn in Kooperation mit dem Land in Aufstellung befindlich).

2.2.1.2 Hochwasserrückhaltebecken

Die Hochwasserrückhaltebecken des Wuppertalverbandes befinden sich aktuell in der Sicherheitsüberprüfung. Auch hierfür sind Berechnungen mittels Messungen und Modellen notwendig, um die Kenngrößen zu ermitteln und Nachweise durchzuführen. Die grundsätzliche Überprüfung der Becken (Modul 1) wird bis Mitte/Ende 2009 abgeschlossen sein. Das folgende Modul 2 (Bemessung) steht in Abhängigkeiten zu den Modellaufstellungen und wird in den nächsten Jahren abgearbeitet (siehe **Kapitel 7**).

2.2.2 Überflutungsbereiche

Hier muss aufgrund juristischer und organisatorischer Randbedingungen in zwei Bereiche unterschieden werden (siehe auch **Kapitel 8**).

2.2.2.1 Gesetzlich festgesetzte Überschwemmungsgebiete

Die vom Land festzusetzenden ÜSG dienen dem vorbeugenden Hochwasserschutz und sollen vorhandenen Retentionsraum sichern, um die Hochwassergefahr in der Zukunft nicht zu verschlimmern. Dabei werden die bereits bebauten Gebiete, also Gebäude die bereits im Ist-Zustand im Überflutungsbereich sind, nicht weiter betrachtet. Eine Abstimmung mit den Behörden, in welche der Wuppertalverband seine Vorstellungen zu den Gewässern eingebracht hat, ist erfolgt. Ergebnis ist eine Liste mit Gewässern, welche in den nächsten Jahren abgearbeitet werden. Die Einbindung der Kommunen erfolgt durch das Land.

2.2.2.2 Sonstige überflutete Gebiete

Neben den nach §32 WHG und §112 LWG zur Retentionsraumsicherung gesetzlich festzulegenden Überschwemmungsgebieten, gibt es auch weitere **Überflutungsflächen**, die durch ihre Nutzung Schadenspotenzial aufweisen. Diese werden vom Wuppertalverband



ebenfalls ermittelt (inklusive Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten), um die Betroffenen zu informieren und bei Bedarf notwendige Maßnahmen zu entwickeln und abzustimmen. Auch dienen solche „**Gefahrenkarten**“ der Unterstützung des Katastrophenschutzes als Informationsquelle, wo z.B. besonders sensible Nutzung im Hinblick auf Evakuierung (wie Altenheime oder Kindergärten) oder die Zugänglichkeit zu Bereichen (Passierbarkeit von Strassen und Brücken) gewährleistet ist.

2.2.3 Berechnungsmethoden

Die Berechnungen zur Ermittlung der Risiko- und Schadenspotenziale erfolgen **2stufig** mit:

1. einer groben, **überschlägigen Berechnungsmethode** (vereinfachte Ansätze und Abschätzungen) und
2. detaillierten, **erweiterten Datenerhebungen und Auswertungen** (Vermessungen, hydrologische und hydraulische Modelle)

Diese Methodik dient zwei Zielen:

1. einer möglichst zeitnahen Ermittlung von bisher nicht bekannten (**siehe 4.1.2**) potentiellen „**Hot-Spots**“ zur Begründung und Dokumentation der Rangfolge von weiteren, detaillierteren Betrachtungen
2. einem **zielgerichteten Einsatz** der knappen finanziellen Ressourcen auf der Zeitschiene: „nur da detailliert bearbeiten, wo Schadenspotenzial vorhanden ist“

Die genauere Beschreibung der Methodik, die bei den **hydrologischen (Abfluss)** und **hydraulischen (Wasserstand und Fließgeschwindigkeit)** Berechnungen angewendet wird, findet sich bereits in der Vorlage zur Sitzung des Verbandsrates vom 17.04.2008 und **Kapitel 9**. Konkret ergibt sich aus dem oben genannten Einzelbedarf eine Gesamtanzahl der aufzustellenden Modelle. Dabei sind durch Überschneidungen der Motivation Synergien nutzbar und bestimmen ebenso die Prioritäten der konkreten Abarbeitung.

2.3 Die Risiko- und Schadenspotenzialanalyse

Die Risiko- und Schadenspotential-Analyse wird aus den Ausuferungsflächen, den Wasserspiegellagen und den Wertigkeiten der in diesen Flächen befindlichen Objekte ermittelt. In diesem Schritt werden auch die im ersten Ansatz durch Abschätzungen ermittelten Prioritäten überprüft und sind entsprechend anzupassen. Die Sinnhaftigkeit von Maßnahmen ergibt sich aus einer Kosten-Nutzen-Analyse mit Gegenüberstellung der potentiellen Maßnahmen und der damit vermeidbaren Schäden. Diese muss unter den Gesichtspunkten: „wer ist **Verursacher**, woher resultiert das Ereignis und wer ist der **Nutzer** einzelner Maßnahmen?“ geführt werden. Dabei spielt auch die Klärung der



Eigentumsverhältnisse und damit der Verantwortlichkeit für die Unterhaltung der Uferbefestigungen, Durchlässe, Verrohrungen und anderer Anlagen am Gewässer eine zentrale Rolle. Die **Eigenverantwortung** der Betroffenen spielt eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, sich nach besten Kräften selbst zu schützen (und mit den Kommunen und dem Wupperverband zusammenzuarbeiten) und keine unnötigen Schadenspotenziale zu schaffen.

In Frage kommende Maßnahmen müssen immer auch auf Ihre Auswirkungen auf Ober- und Unterlieger in einem Gesamtkonzept betrachtet werden um den Schutz des einen nicht zu Lasten eines anderen zu erreichen.

Daher nimmt der Wupperverband bei der Festlegung von baulichen Maßnahmen folgende Grundpositionen ein:

- Vermeidung von baulichen Maßnahmen, wo ein Warndienst hinreichenden Schutz ermöglichen kann
- Einzelobjektschutz vor kostspieligen Investitionen, wo diese als für den Hochwasserschutz ausreichend anzusehen ist
- Betrachtung der Maßnahmen innerhalb einer Gesamtkonzeption in einem Einzugsgebiet (Wirkungsbereich)

Die Ergebnisse aus den oben genannten Untersuchungen müssen aufgearbeitet und als Informationen für die Fachleute (zur Abstimmung der Ergebnisse) für die Bürger (im Bezug auf Sensibilität der Gefahr und der Eigenverantwortung beim Selbstschutz) in den bereits beschriebenen Systemen zur Verfügung gestellt werden.

2.4 Warndienst

Beim Wupperverband finden sich bereits erste Ansätze für den Einsatz von Warndiensten:

- telefonische & internetbasierte Pegelstandsabfragen oder Regendaten
- Warnmeldungen aufgrund einer Wetterlage (Radardaten)
- Bereitstellung von Zeitreihen oder Bildern über die Internettechnik (SensorWeb)

Der Einsatz von Warndiensten wird in den nächsten Jahren durch die Kooperation mit anderen Wasserwirtschaftsverbänden und dem deutschen Wetterdienst weiterentwickelt. Hierbei ist besonders die Nutzung von Klimamodellen und Wettervorhersagemodellen eine vielversprechende Perspektive, um Vorlaufzeiten für Warnung und Einsätze zu gewinnen. Flächendeckend wird angestrebt konkrete Vereinbarungen mit den für HW-Schutz zuständigen Stellen (Wasserbehörden, Feuerwehr, Katastrophenschutz)

abzuschließen und den Abruf von Sensor Daten weiter zu standardisieren (siehe **Kapitel 10**).

3 Handlungsreihenfolge und zeitliche Realisierung der Arbeitsschritte

Das **komplexe** Themenfeld Hochwasserschutzkonzeption wurde in den einzelnen Arbeitspaketen beschrieben und ist detaillierter den einzelnen folgenden Kapiteln zu entnehmen. Die Handlungsreihenfolge der einzelnen Schritte ist von **Abhängigkeiten** untereinander gekennzeichnet und ein teilweise iterativer Prozess (siehe **Anlage 1**). Einzelne Pakete benötigen die Ergebnisse aus anderen Paketen als **Input** bzw. liefern diesen auch wieder zurück. Je nach Gefährdungspotenzial sind vereinfachte Berechnungen ausreichend oder detaillierte erforderlich. Prioritäten können sich je nach Untersuchungsergebnissen verschieben und sind regelmäßig abzustimmen.

Teilschritte des Konzeptes sind „**einmalige**“ Tätigkeiten (dies bezieht sich auf Ersterfassungen und historische Aufarbeitung) andere sind **kontinuierliche** Arbeiten, die einer Fortschreibung in Abhängigkeit der Veränderungen in der **Zukunft** (Stichwörter: Klimawandel, Änderung der Bebauung etc.) bedürfen. **Abbildung 1** zeigt in der Übersicht, einen nach heutigem Kenntnisstand abgeschätzten zeitlichen Horizont der beiden genannten Gruppen. Je nach erkannten „**HotSpots**“ können hier in Abhängigkeit des benötigten Untersuchungsaufwandes Verschiebungen eintreten. Unsicherheiten liegen zeitlich vor allem auch bei der Umsetzung von Maßnahmen. Deren erforderlicher Umfang und die Machbarkeit der Realisierung können zum heutigen Zeitpunkt in keiner Weise abgeschätzt werden.

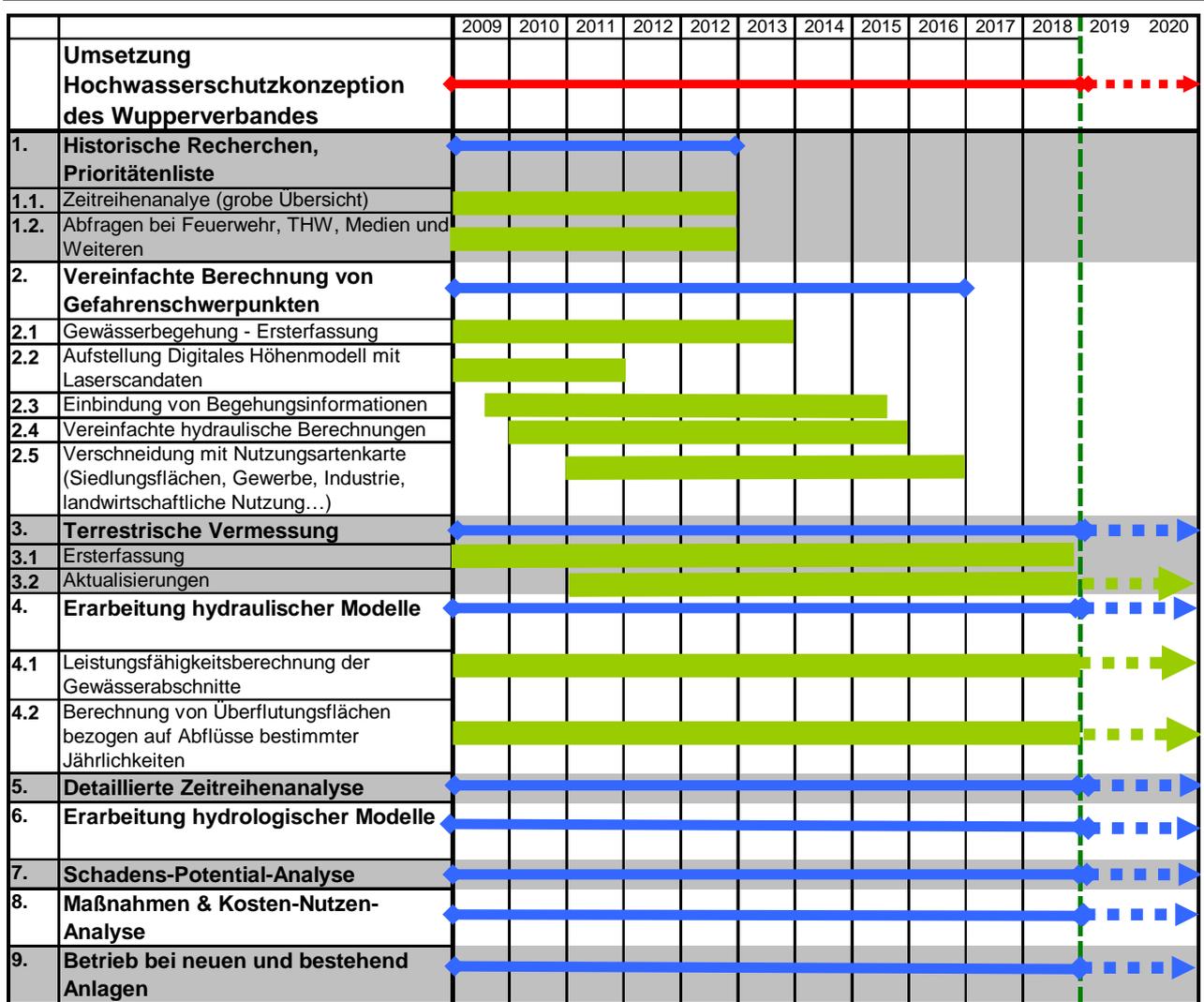


Abbildung 1: Zeitliche Realisierung des Hochwasserschutzkonzeptes für die nächste Dekade

4 Erhebung und Nutzung klimatologischer Daten

4.1 Veranlassung

Für verschiedenste wasserwirtschaftliche Aufgaben betreibt der Wupperverband seit Jahrzehnten ein umfangreiches **Messnetz**, welches sukzessive verdichtet und erweitert wurde, um detaillierte Erkenntnisse über die klimatologischen Verhältnisse in der Region zu erlangen. So nutzt der Wupperverband die erhobenen Daten beispielsweise für

- die **Steuerung** von Talsperren zur Trinkwasser und Brauchwassernutzung,
- **statistische Auswertungen** (u. a. zur Bemessung von Anlagen zum Hochwasserschutz) und
- weitere andere, fachübergreifende Aufgaben.

Ergänzt werden die vom Wupperverband erhobenen Daten von **Klimastationen** (Niederschlag, Verdunstung etc.) und **Pegelanlagen** durch Messdaten des Landes (z. B. Pegelmessungen an der Wupper und Dhünn), durch Daten des Deutschen Wetterdienstes mit den von der Radarstation Essen zur Verfügung gestellten **Radardaten**, sowie Daten von Dritten (z. B. Kommunen). Durch den Betrieb dieses umfangreichen Messnetzes verfügt der Wupperverband über ein unersetzliches Kapital und umfangreiches Wissen über die hydrologischen Verhältnisse in der Region. Dieses spiegelt sich einerseits durch die vorhandenen Messdaten und andererseits durch die Nutzung der Daten von den zuständigen Mitarbeitern wieder. Die Aufarbeitung dieses umfangreichen dichten Messnetzes - der Wupperverband betreibt **51 Pegelanlagen** und **40 Niederschlagsstationen** - war bisher aus Kapazitätsgründen gezielt auf die Anforderungen verschiedenster, vor Allem betrieblicher Aufgabenstellungen (z.B. Talsperrenbetrieb) und Bemessungsaufgaben (z. B von Hochwasserrückhaltebecken) ausgerichtet.

Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes hat der Wupperverband sich zum Ziel gesetzt, sukzessive durch verschiedenste **Werkzeuge und Maßnahmen, die Qualität der Messdaten für verschiedene wasserwirtschaftliche Aufgaben zu standardisieren und die Verfügbarkeit der Daten zu verbessern**. Dadurch wird eine möglichst hohe Datenqualität gewährleistet. Grundsätzlich sollen die Daten den Wasserakteuren dabei in zwei Qualitätsstufen zur Verfügung gestellt werden:

- **zeitnah online:** systematische Überprüfung erkennbarer Fehler (automatisiert) und Bereitstellung im Internet (Sensor Web)
- **zeitversetzt offline:** zeitintensive Prüfung und Auswertung der Daten in der Gesamtheit (z.B. Vergleich Niederschlags- und Radardaten) in festen Intervallen.

Im Hochwasserfall sollen die **online** im Internet zur Verfügung gestellten Daten im Bezug auf Schutzmaßnahmen (wie Mobiler Schutz oder Vorentlastungen) verstärkt eingesetzt werden. Die in der Gesamtheit zu überprüfenden Daten, welche **offline** aufbereitet werden, sollen für die historische Ereignisanalyse (statische Ergebnisse) und als Input für die Belastung von Wasserbilanzmodellen für die Ermittlung von Verbesserungsmaßnahmen eingesetzt werden.

Auch findet durch die **systematische offline-Analyse** der grundsätzliche Eignungstest von Datenreihen für die **online-Bereitstellung** statt.

4.2 Datenfluss bei der Erhebung und Nutzung klimatologischer Daten

Die folgende **Abbildung 2** zeigt die zukünftige, teilweise schon umgesetzte, prinzipielle Vorgehensweise des Wupperverbandes bei der Erhebung, Aufbereitung und Visualisierung der klimatologischen Daten, die dann in den folgenden Unterkapiteln textlich erläutert werden.

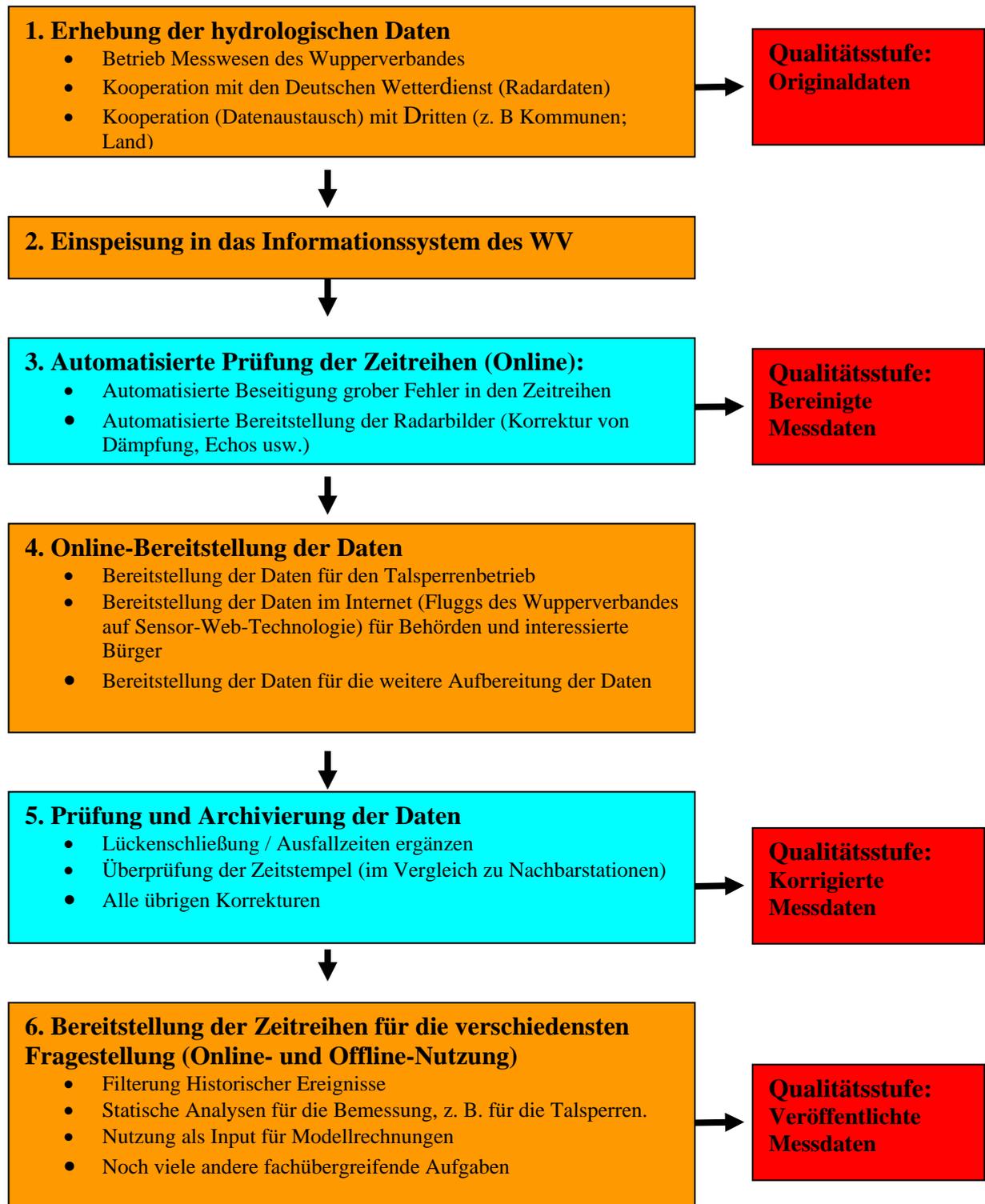


Abbildung 2: Datenfluss bei der Erhebung klimatologischer Daten

4.2.1 Erhebung der hydrologischen Daten

4.2.1.1 Niederschlags- und Meteorologische Daten

Für die verschiedensten wasserwirtschaftlichen Aufgaben betreibt der Wupperverband **40 Niederschlagsschreiber**, die über die Zeit kontinuierlich den Niederschlag registrieren. Von den 40 Stationen werden dabei 35 so genannte „**Pluvios**“ eingesetzt, die über das Prinzip der Waage den Niederschlag messen sowie 5 Stationen vom Typ „Hellmann“, die über einen Schwimmer die Niederschlagshöhe an einen Registrierstreifen weitergeben und aufzeichnen. Damit verfügt der Wupperverband über ein umfangreiches und von der eingesetzten Messtechnik qualitativ hochwertiges Messnetz, welches die aufgezeichneten Daten online in die Datenbank der Zeitreihenverarbeitungssoftware **Aquazis**, die der Wupperverband einsetzt, ablegt. Hierbei handelt es sich allerdings nur um an einem „**Punkt**“ gemessene Daten.

4.2.1.2 Radardaten des Deutschen Wetterdienstes

Um auf den Gebietsniederschlag (also auf die **Fläche** gefallenen Niederschlag) schließen zu können benötigt man zusätzlich zu den von Niederschlagsstationen (an einem **Punkt** gefallener Niederschlag) aufgezeichneten Niederschlagsreihen Radardaten. Diese liefern als Strahlungsreflektionen Informationen über die Tropfendichte des gefallenen Niederschlages. Der Wupperverband kann auf die DX¹ Radardaten des Deutschen Wetterdienstes (in Kooperation der Wasserverbände mit dem DWD) zurückgreifen. Diese Daten werden zukünftig immer aktuell online zur Verfügung stehen und auch die Daten der letzten Jahre werden **nachträglich** zugänglich gemacht. Die nachfolgende **Abbildung 3** zeigt exemplarisch Vergleich von Niederschlags- und Radardaten, welche in Kombination die Information des Gebietsniederschlages liefern.

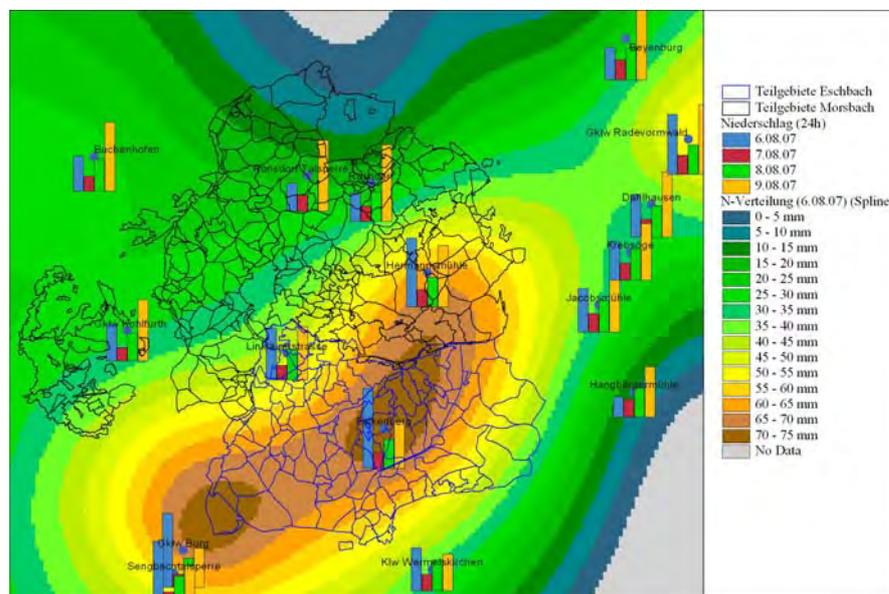


Abbildung 3: Ergebnisdarstellung von Niederschlags- und Radardaten im EZG von Morsbach und Eschbach

¹ DX Produkt des DWD = Hochaufgelöste **Radardaten**, welche die Niederschlagsintensität in 128 Klassen wiedergeben



4.2.1.3 Pegeldata

Für die verschiedenen wasserwirtschaftlichen Aufgaben wie den Betrieb und die Steuerung des Talsperrensystems oder die Bereitstellung einzugsgebietsspezifischer Kenndaten betreibt der Wuppertal Wasserverband ein umfangreiches Pegelmessnetz. Bei den meisten Pegelanlagen wird dabei der **Wasserstand** direkt gemessen und über eine Fernübertragung in die Datenbank der Zeitreihenverarbeitungssoftware Aquazis eingespeist. Die Ermittlung des Abflusses erfolgt automatisiert über eine vorab auf Basis von **Abflussmessungen** separat ermittelte Funktion, die das Verhältnis zwischen Wasserstand und Abfluss definiert. Um eine ausreichende Genauigkeit für die Online-Bereitstellung und der Verwendung innerhalb eines Warndienstes zu gewährleisten sind in den nächsten Jahren intensiviert solche Abflussmessungen durchzuführen. Teilweise sind an einigen Messstationen bereits Systeme eingeführt worden, die über **zusätzliche Fließgeschwindigkeitsmessungen** den Abfluss direkt ermitteln. Auch hier ist jedoch ein **hoher Wartungsaufwand** notwendig.

4.2.2 Einspeisung in Informationssystem des WV

4.2.2.1 Niederschlag und Pegeldata

Um die vom Messgeber **gemessenen Rohdaten** für die weitere Verarbeitung nutzbar zu machen, werden sie bisher regelmäßig online abgerufen und in die Datenbank der Zeitreihenverarbeitungssoftware Aquazis abgelegt. In diesem Programm findet die projektbezogene und zielgerichtete **Pflege bzw. Korrektur** der Daten statt.

4.2.3 Automatisierte Prüfung der Zeitreihen (Online):

Um in Zukunft eine Steigerung der Datenqualität erreichen zu können, ist der Einsatz einer Software, die eine **automatisierte Vorprüfung** der Daten vornimmt, sinnvoll. Dies soll gewährleisten, dass das umfangreiche Messnetz des Wuppertal Wasserverbandes automatisiert vorgeprüft wird, damit den Wasserakteuren Daten online in einer möglichst hohen Qualität zur Verfügung gestellt werden. So soll verhindert werden, dass Messdaten veröffentlicht werden, welche **offensichtliche Messfehler** aufzeigen. Diese Daten sollen dann für die spätere manuelle Prüfung selektiert werden. Beispiele für unplausible Messdaten sind u. a.

- **Lückenerkennung**
- Erkennung **physikalisch unmöglicher Werte**
- Konstante Intensitäten
- Werte oberhalb gesetzter Grenzen (pro 5, 60, 1440 Min.)
- **Verdächtige Nullwerte**
- Vergleich zu Nachbarn
- Lange Zeiträume ohne Registrierung
- **Zu niedrige Werte**, im Vergleich zu Nachbarn
- **Zu hohe Werte**, im Vergleich zu Nachbarn (nur im Winter)

4.2.4 Online-Bereitstellung der Daten

Für den Online-Betrieb, ist die Darstellung der aktuellen und historischen Zeitreihen im Internet für sowohl Behörden, Akteure, als auch betroffene und interessierte Bürger mit dem Prototyp der Software **SensorWeb** möglich. Diese hat der Wuppertal Wasserverband im Rahmen eines EU- Forschungsprojektes zusammen mit einem niederländischen Wasserverband entwickelt.

Ein im Internet erreichbarer so genannter „Client“ ist für jeden Internetnutzer **ohne zusätzliche Softwareinstallation** (lediglich ein Internetbrowser ist erforderlich) ortsunabhängig nutzbar. Da es sich bei der Software um ein „OpenSource-Produkt“ (freiverfügbares) handelt, ist es möglich von Weiterentwicklungen, die Andere durchführen zu profitieren. Auch bedeutet der praktische Einsatz der SensorWeb Technologie für den Wupperverband lediglich ein **Erweitern und stärkeres Vernetzen** bestehender etablierter Infrastrukturen und Systeme und **keine Neuanschaffung oder Austausch** von Systemen. Mit Hilfe der SensorWeb Technik ist es möglich, mehrere Zeitreihen von unterschiedlichen Standorten und Systemen mit den zugehörigen Referenz-/Alarmwerten und Metadaten einheitlich darzustellen. Außerdem sind Exporte zu diversen Formaten möglich (PDF, Excel, CSV).

4.2.5 Prüfung und Archivierung der Daten

Natürlich können keine Programmsysteme die **manuelle Kontrolle** hydrologischer Daten völlig ersetzen, jedoch Unterstützung bei der Prüfung der Daten auf unplausible Werte liefern, um so die Arbeit des Datenprüfers **zu erleichtern**. Ein Beispiel für eine solche Software ist das Programm **NIKLAS**, welches durch das Land Rheinland-Pfalz entwickelt wurde. Eine Weiterentwicklung auf Grundlage dieser Software in **Zusammenarbeit mit anderen Wasserverbänden** wird angestrebt und erste Gespräche zur Abstimmung haben bereits stattgefunden. Konzeptionell soll dieses System zur **automatisierten Prüfung** von Pegel- und Niederschlagsdaten in die beim Wupperverband vorliegenden Fachsoftware (Sensor Web, Aquazis) integriert und weiterentwickelt werden. Ziel ist es nicht auf eine manuelle Datenprüfung zu verzichten, vielmehr soll ein Werkzeug geschaffen werden, mit dem eine optimierte Datenprüfung durch Vorauswahl unplausibler Zeitbereiche die Bearbeitungszeit bei der Kontrolle der Daten **minimiert**. Ein Beispiel für zu überprüfende Messdaten zeigt die nachfolgende **Abbildung 4**. Die automatisierte Filterung ergab, dass die zu untersuchende Niederschlagsstation (im Vergleich zu den Nachbarn) keinen Niederschlag aufgezeichnet hat. Hier müsste manuell überprüft werden, ob z.B. die Niederschlagsstation ausgefallen ist.

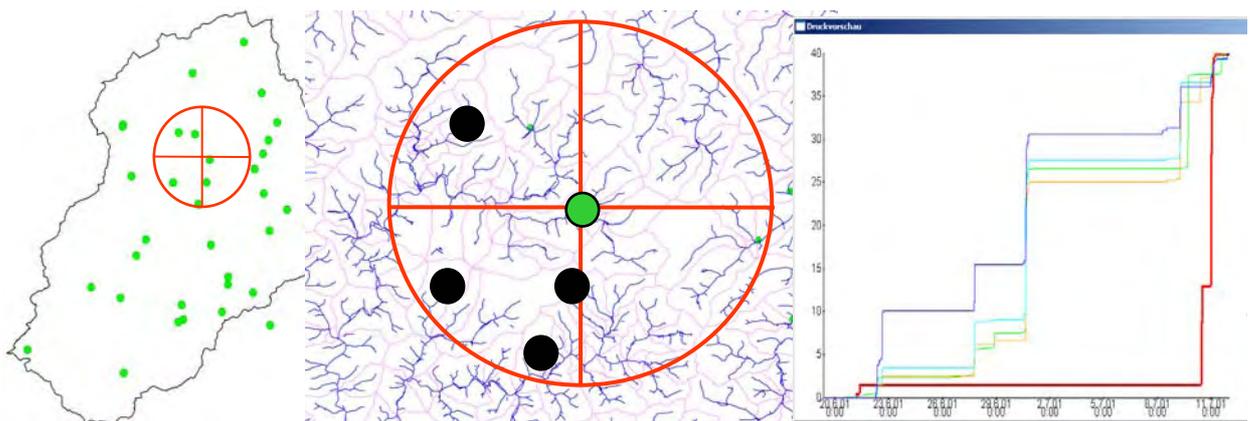


Abbildung 4: Beispiel: Selektion von zu überprüfenden Messdaten

Solche Routinearbeiten werden für eine Reihe von Messdaten bereits heute durchgeführt, aufgrund der vorhandenen Kapazität i. d. R. nur im Rahmen von konkreten Projekten, so dass Messfehler oft mit **zeitlichem Verzug** korrigiert werden und daher teilweise die Fehlerquellen nicht **schnell behoben**, bzw. **nicht mehr nachvollziehbar** sind.



Im Rahmen des Hochwasserkonzeptes ist für die Zukunft geplant, dass die klimatologischen Daten in festen Intervallen mit einheitlichen Verfahren korrigiert (um die notwendige Qualität zu gewährleisten), in die Datenbanken des Wupperverbandes abgelegt und im Internet veröffentlicht werden.

4.2.6 Bereitstellung der Zeitreihen für die verschiedensten Fragestellungen (Online und Offline Nutzung)

4.2.6.1 Filterung historischer Ereignisse

Für die in der **ersten Stufe** bei der Umsetzung des Hochwasserschutzkonzeptes abzuarbeitende Erarbeitung einer **Prioritätenliste** werden die historischen Zeitreihen analysiert. Ziel ist es dabei, anhand von Schwellwerten **Starkniederschlagsereignisse** zu filtern, um damit nach konkreten **Schadensfällen** (zeitlich eingegrenzt) nachzufragen, z.B. bei der Feuerwehr, Versicherungen.

4.2.6.2 Statische Analyse von Zeitreihen

Für verschiedenste **Bemessungsaufgaben**, z. B. die Berechnung einer Einleitungsmenge auf Basis von Niederschlagspenden, werden **statische Aussagen** von historisch vorliegenden Zeitreihen benötigt. Die statistische Analyse von Niederschlagsdaten erfolgt beim Wupperverband mit dem EDV – Programm Aquazis. Folgende Berechnungsschritte werden dabei durchgeführt:

- Ermittlung einer Stichprobe anhand einer kontinuierlichen gemessenen Zeitreihe, z. B. die Ermittlung einer jährlichen Serie d. h. es werden die höchsten Ereignisse eines jeden Jahres gefiltert.
- Berechnung der statistischen Verteilungsparameter anhand der zuvor ermittelten Stichprobe
- Berechnung der Niederschlagsdauer oder Spende je Dauerstufe.

Das Ergebnis dieser Berechnung in der nachfolgenden **Abbildung 5**, dargestellt.

Wiederkehrzeit Häufigkeit	0.5	1.0	2.0	3.3	5.0	10.0	20.0	25.0	33.3	50.0	100.0
Dauerstufe											
5 Min	173.4	223.0	272.5	309.0	338.0	387.5	437.0	453.0	473.5	502.5	552.0
10 Min	106.2	137.4	168.6	191.6	209.8	241.1	272.3	282.3	295.3	313.5	344.7
15 Min	80.2	103.5	126.8	144.0	157.6	181.0	204.3	211.8	221.5	235.1	258.4
20 Min	65.8	84.6	103.5	117.3	128.4	147.2	166.0	172.1	179.9	190.9	209.7
30 Min	50.0	63.8	77.6	87.7	95.8	109.6	123.4	127.9	133.6	141.7	155.5
45 Min	38.0	48.0	58.1	65.5	71.4	81.4	91.4	94.7	98.8	104.7	114.8
60 Min	31.3	39.3	47.3	53.1	57.8	65.8	73.8	76.3	79.7	84.3	92.3
90 Min	23.9	29.6	35.3	39.6	42.9	48.7	54.4	56.2	58.6	62.0	67.7
2 h	19.7	24.2	28.7	32.1	34.7	39.2	43.8	45.2	47.1	49.8	54.3
3 h	15.0	18.2	21.5	23.8	25.7	29.0	32.2	33.2	34.6	36.4	39.7
4 h	12.1	14.7	17.3	19.2	20.7	23.3	25.9	26.8	27.8	29.4	32.0
6 h	8.9	10.8	12.7	14.1	15.3	17.2	19.1	19.7	20.5	21.6	23.5
9 h	6.6	8.0	9.4	10.4	11.2	12.6	14.0	14.4	15.0	15.8	17.2
12 h	5.4	6.5	7.5	8.4	9.0	10.1	11.2	11.5	12.0	12.6	13.7
18 h	4.0	4.8	5.5	6.1	6.6	7.4	8.2	8.4	8.7	9.2	10.0

Abbildung 5: Beispiel: Ergebnisse einer Starkniederschlagstatistik

Die Matrix einer Starkniederschlagsauswertung liefert für jede Dauerstufe eines Niederschlages Niederschlagspenden oder Höhen für verschiedene Jährlichkeiten.



Zu beachten ist, dass bei einer durchgeführten statistischen Analyse immer nur eine bestimmte Stichprobe (die sich auf die Vergangenheit bezieht) berücksichtigt wird. Die beim WV vorliegenden Kenntnisse über die vorliegenden Niederschlagshöhen verschiedener Jährlichkeiten beurteilen daher immer ein Zeitfenster der Vergangenheit, können aber aktuell gefallene Starkniederschlagsereignisse hinsichtlich der historisch ermittelten Jährlichkeiten einordnen. Die Aktualisierung solcher statistischen Analysen in regelmäßigen Abständen ist nicht zuletzt aufgrund der erhöhten Diskussion in der Bevölkerung im Zusammenhang mit dem Klimawandel ein wichtiger Beitrag zur Versachlichung dieses Themas.

4.2.6.3 Anwendung der Zeitreihen für Modelle

Da nicht an jeder Stelle im Gewässer der Wasserstand bzw. der Abfluss gemessen werden kann, kommt den Wasserbilanzmodellen eine große Bedeutung zu. Diese ermöglichen es, Abflussganglinien an vielen Knotenpunkten des Gewässersystems, bei bekannter Regenmenge und bekanntem Regenverlauf, zu erzeugen und so Aussagen an diesen Stellen des Gewässers zu treffen. Außerdem ermöglichen die Wasserbilanzmodelle es, statistische Betrachtungen in höheren Jährlichkeiten, als mit der Pegelstatistik möglich, durchzuführen. Dies kommt daher, dass im Regelfall langjährige Regenreihen wie sie für die Modelle erforderlich sind flächendeckend vorliegen, Abfluss und Wasserstandmessungen im Gewässer, wie für die Pegelstatistik erforderlich, jedoch nur für einen wesentlich kürzeren Betrachtungszeitraum verfügbar sind.

Bisher wurden die Modelle unter anderem für die Beurteilung des IST-Zustandes, für die Errechnung von Überflutungsflächen und die Ermittlung von Wahrscheinlichkeiten eines Hochwasserschadens verwendet. Als Grundlage für alle Auswertungen werden Daten aus der Vergangenheit verwendet. Ein weiterer Anwendungsfall könnte die konsequente Weiterentwicklung zum Vorhersagemodell darstellen. Allerdings ist dies nur geeignet für große Gebiete mit längeren Vorwarnzeiten geeignet. Der Erft-Verband betreibt unter dem Namen HOWIS-Erft ein System, welches sich zur Zeit der Praxistauglichkeit stellt. Inwieweit ein solches System für den Wupperverband interessant sein könnte, wird in Zukunft zu prüfen sein. So sollen gegebenenfalls Aspekte und Erfahrungen des Erftverbandes, wie sie bei Arbeitskreissitzungen mit den NRW-Wasserverbänden ständig ausgetauscht werden, in die Arbeit beim Wupperverband einfließen.

4.2.6.4 Verwendung von Zeitreihen im Warndienst

Bisher war es möglich zentral im System Warnschwellen festzulegen, aufgrund derer Warnmeldungen generiert wurden. Mit dem Sensor Web (**Abbildung 6**) bietet sich jedoch zusätzlich die Möglichkeit, personalisierte Warnmeldungen zu generieren. Das besondere an diesem System ist die Möglichkeit, nicht nur Meldungen personalisiert abzusetzen, sondern der Adressat kann selbst bestimmen – wann – wie (SMS oder E-Mail) – worüber (Pegel, Niederschlag, Temperatur...) – ab welchem Schwellwert – er informiert werden möchte. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielhaft die Anzeige von Zeitreihen im Internet des Wupperverbandes“, welcher sich zurzeit in der Testphase befindet. Genauer wird auf das Thema in **Kapitel 10** eingegangen.

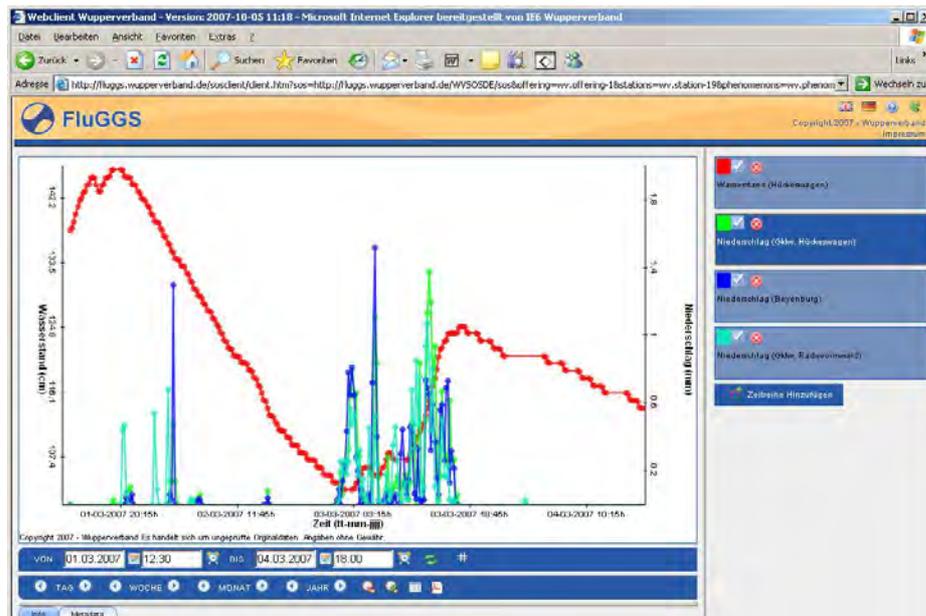


Abbildung 6: Darstellung von Zeitreihen im Internet mit Sensor Web

4.3 Fazit

Die im Wupperverbandsgebiet erhobenen hydrologischen Grundlagen bieten bereits heute eine gute Grundlage für die Akteure der Wasserwirtschaft für die verschiedensten Aufgaben.

Im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes des Wupperverbandes besteht die Möglichkeit auf Basis dieses Fundaments durch **intelligente Systeme und Werkzeuge** die vorhandene Infrastruktur mit dem zugehörigen Wissen zu ergänzen und auszubauen, um auch in Zukunft den Anforderungen an die sensiblen klimatologischen Daten (Stichwort Klimawandel) gerecht zu werden.

5 Datenbank und geografisches Informationssystem

5.1 Veranlassung

Durch die intensiven Recherchen, Ortsbegehungen und folgenden Berechnungen - seien es nun Abschätzungen oder detaillierte Modelle - entsteht eine hohe Menge an Daten, die ohne **strukturierte Datenbanksysteme** nicht archivierbar und abrufbar sind. Da die ermittelten Daten immer mit einem **Ortsbezug** versehen sind, ist es zweckmäßig sie so auch in ein geografisches Informationssystem (**GIS**) mit einzubinden. Um aus der Fülle von Daten wirklich „**Informationen**“ zu machen, ist es notwendig eine strukturierte Datenhaltung mit übersichtlicher Attributdarstellung zu entwickeln. Der Wupperverband hat hier im Rahmen eines Forschungsprojektes die Grundlagen erarbeitet und erste Sachthemen umgesetzt (siehe **Abbildung 7**). So können Information einerseits über Vorgänge gebündelt werden (**Datenbank**), als auch in ihren räumlichen Kontext eingebunden (**geografisches Informationssystem**).

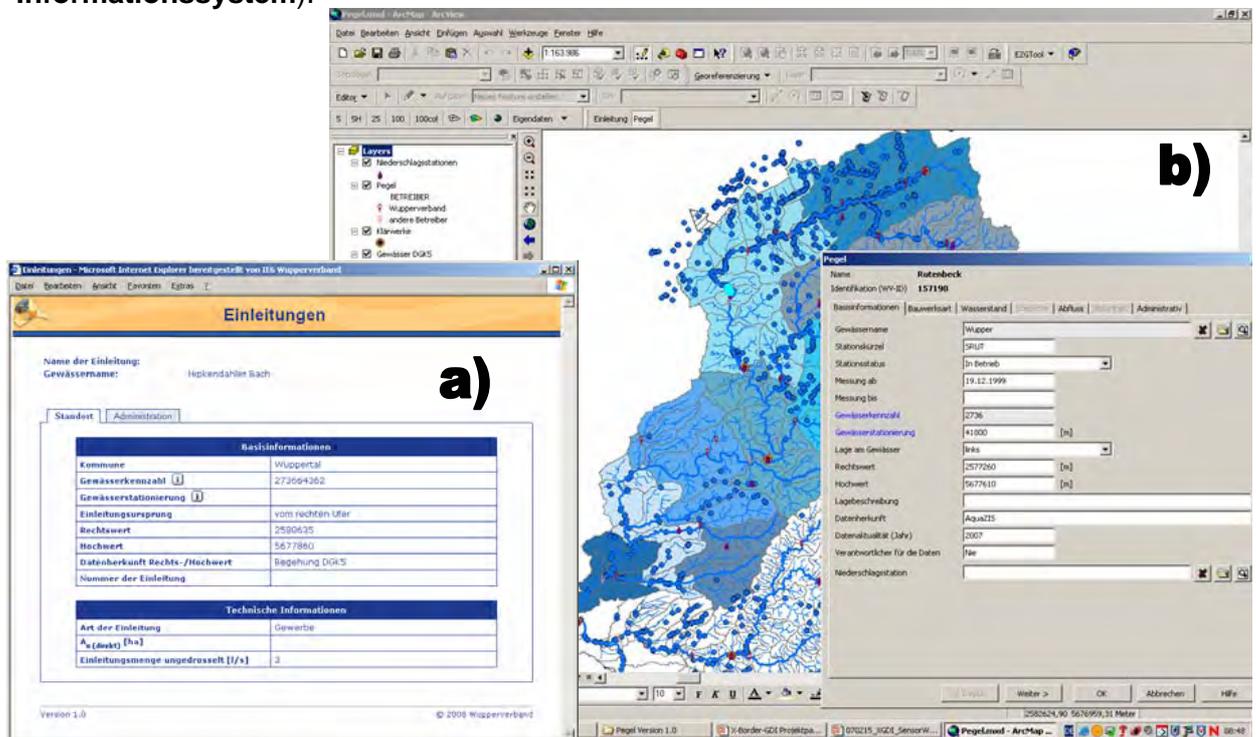


Abbildung 7: Übersichtliche Anzeige von Informationen: Beispielthema „Einleitungen“ im Internet (a) und an der Arbeitsstation Beispielthema „Pegel“ (b)

5.2 Umsetzung Datenbank

Der Wupperverband setzt bereits ein solches kombiniertes System zur Abwicklung der Stellungnahmen als „**Träger für öffentliche Belange**“ ein. Hierbei können Vorgänge nach verschiedenen Kriterien sortiert und abgerufen werden (siehe **Abbildung 8**).

Die einzelnen Vorgänge sind mit Attributen beschrieben und können so die notwendigen Informationen bereitstellen. Ein weiterer Vorteil ist, dass mit den Vorgängen beliebige Dokumente verknüpft werden können (Bilder, Schreiben, Tabellen etc.): die angehängten Dokumente werden mit Datum angezeigt und können (**Abbildung 8**) per Knopfdruck abgerufen werden.

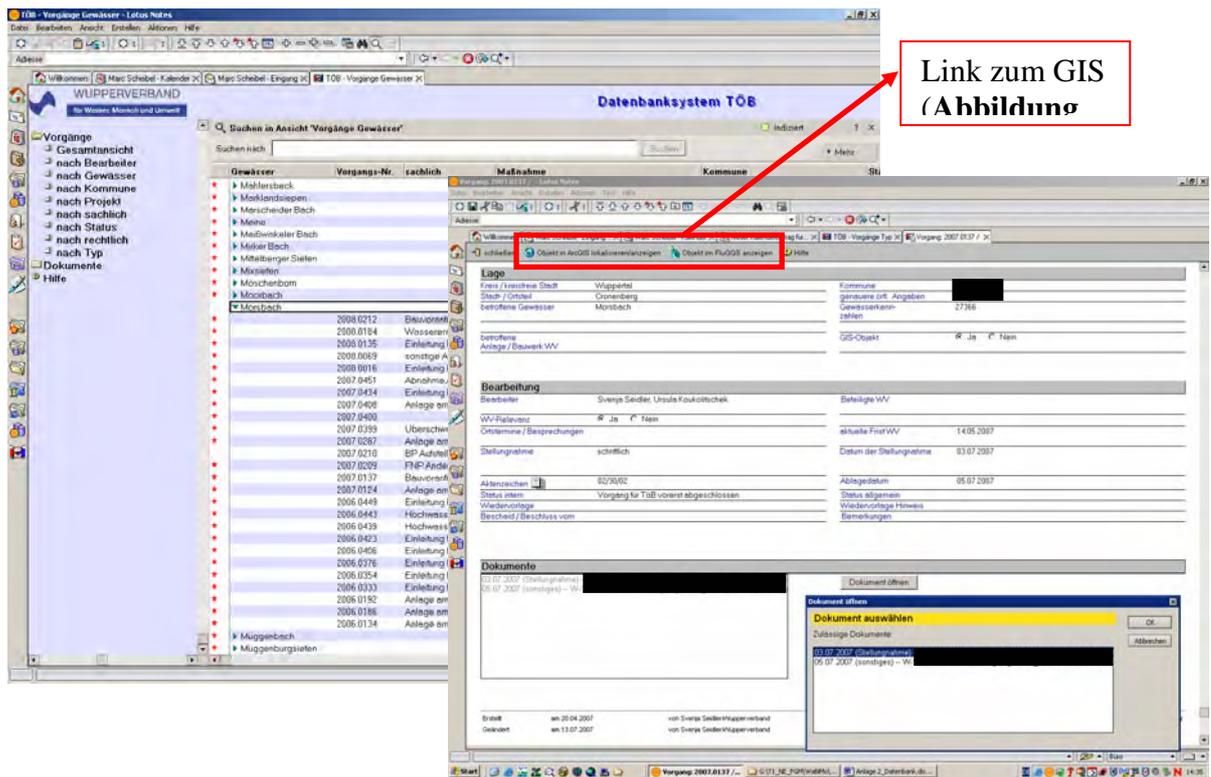


Abbildung 8: Screenshot der bestehenden Datenbank beim Wuppertalverband

Da wie bereits beschrieben der Ortsbezug eine wichtige Informations- bzw. Selektionsgröße ist, besteht die Möglichkeit Informationen im räumlichen Zusammenhang aufzurufen, bzw. einen Vorgang in seinem räumlichen Bezug anzuzeigen (**Abbildung 9**).

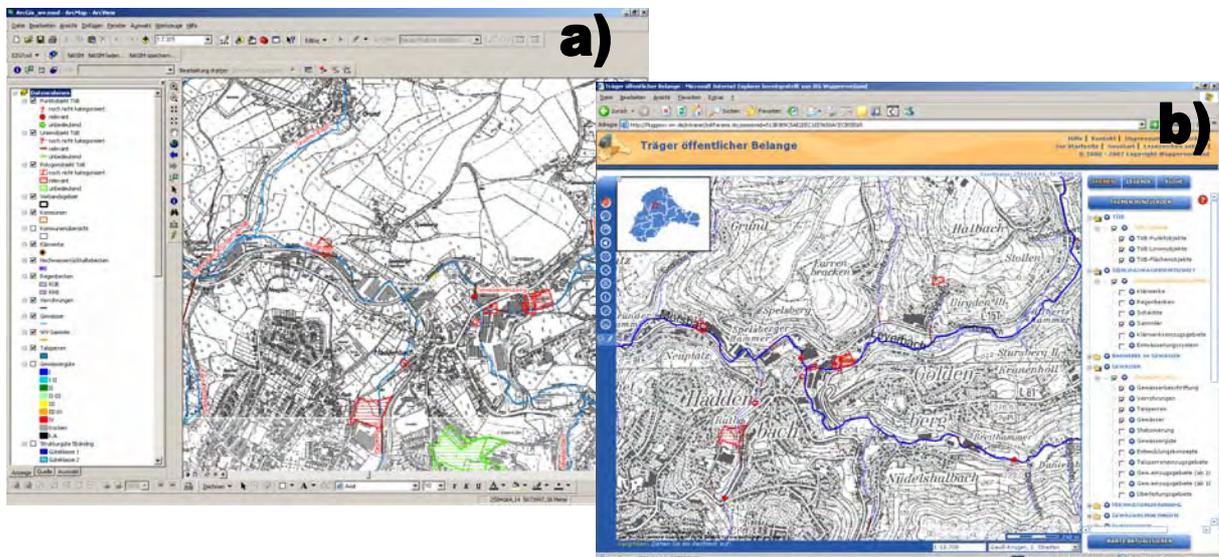


Abbildung 9: GIS Anbindung „Arbeitsstation“ (a) und „Internet“ (b)

Da die Strukturen bereits vorhanden sind soll die Datenbank nun im Folgenden um die Themenfelder Gewässerunterhaltung und Hochwasser erweitert werden. Dabei können sowohl bei der Eingabe der Daten (**Datenbankpflege**) als auch bei der Auswertung und Informationsbeschaffung **Synergien** ausgenutzt werden, zumal für eine Fragestellung bezüglich Hochwasser auch z.B. im Umfeld befindliche Bebauungspläne oder andere Themenfelder durchaus eine große Relevanz haben.

5.3 Darstellung im GIS

Die oben genannten Systeme sind vor Allem für den **internen Gebrauch** beim Wuppertal. Die auch für die **anderen Beteiligten** wichtigen Informationen müssen ebenfalls in irgendeiner Form zur Verfügung gestellt werden. Die Internetplattform des Wuppertal mit seinem **FlussGebietsGeoinformationsSystem (FluGGS)** bietet da die geeignete Möglichkeit. Da einige Daten wie interner Schriftverkehr oder auch personenbezogene Daten nicht veröffentlicht werden dürfen, kann nicht die gesamte Datenbank im Internet bereitgestellt werden, wohl aber die **relevanten Informationen**, wie Überflutungsflächen, Wasserstände, Pegeldata usw.

Der Service zum Thema Hochwassergefährdung ist bereits eingerichtet, die Hauptarbeit diesen allerdings mit Informationen zu füttern ist eine kontinuierliche und sich fortschreibende Aufgabe der nächsten Jahre und abhängig von der Fortschreibung der einzelnen Arbeitspakete. Bereits im System sind die vorhandenen **Überschwemmungsgebiete** (siehe auch **Kapitel 8**) wie in **Abbildung 10** zu sehen und über das Internet abrufbar.

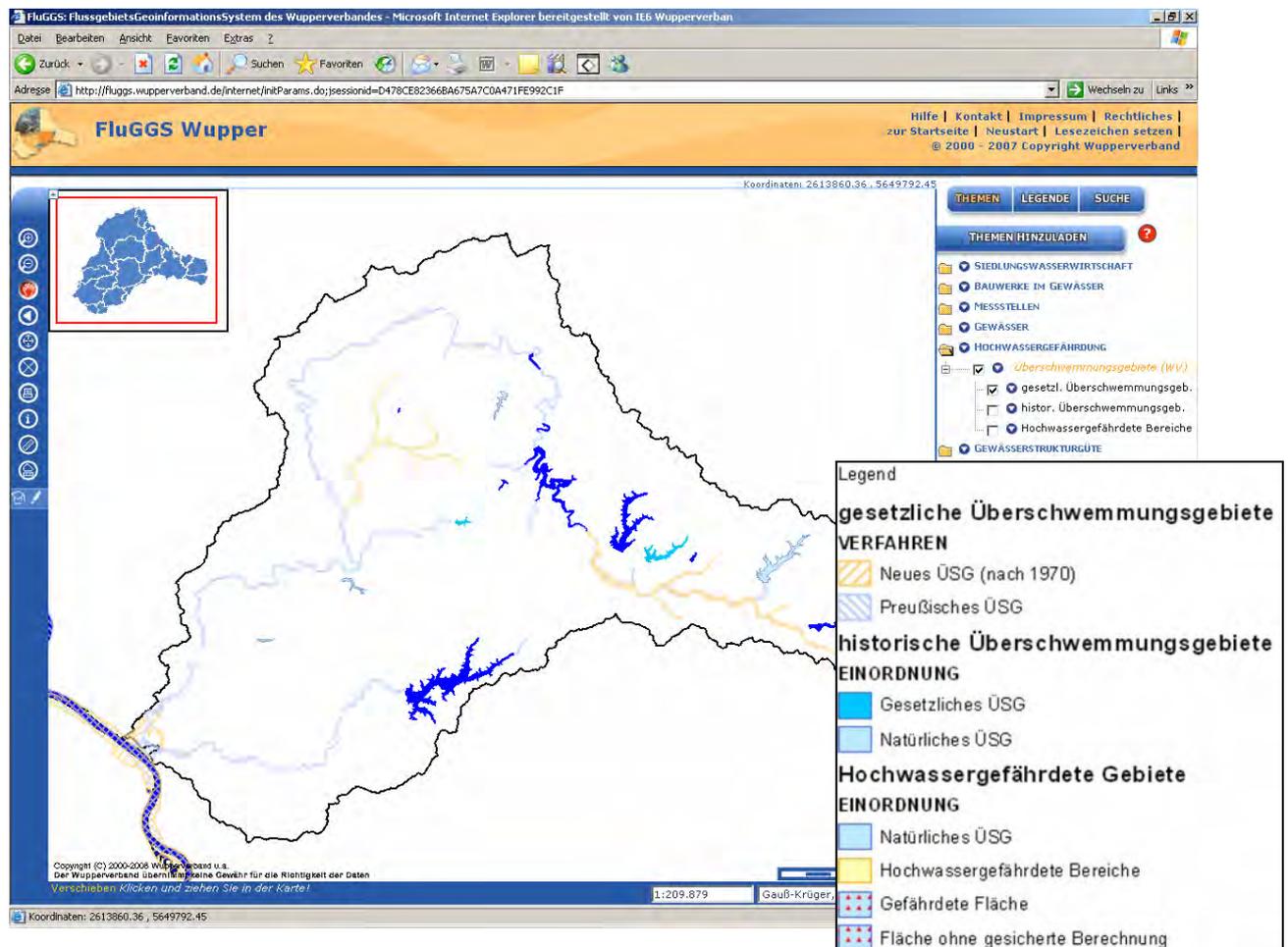


Abbildung 10: Thema Hochwassergefährdung im geografischen Auskunftssystem

Auf die Abrufbarkeit von **Zeitreihen** als Informationsquelle wird näher in der **Kapitel 1 und 7** eingegangen und sei hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

6 Talsperren

6.1 Bedeutung

Im Verbandsgebiet sind **zwei Bereiche** des Hochwasserschutzes zu unterscheiden:

- der Hochwasserschutz für die Bereiche unterhalb der Talsperren, welcher durch **Bewirtschaftung** sichergestellt werden kann, wenn das Hochwasser im Einzugsgebiet der Talsperren entsteht
- der Hochwasserschutz für die übrigen Gewässer, bei denen die Steuerungsmöglichkeit durch Talsperren nicht besteht und nur **kleinräumiger** z.B. durch Hochwasserrückhaltebecken (siehe **Kapitel 7**) oder andere Maßnahmen gewährleistet werden kann.

Die nachfolgende **Abbildung 11** gibt einen Überblick über die vom Wuppertalverband betriebenen Talsperren und die Gewässereinzugsgebiete, in denen sie liegen, ebenso wie jene anderer Betreiber.

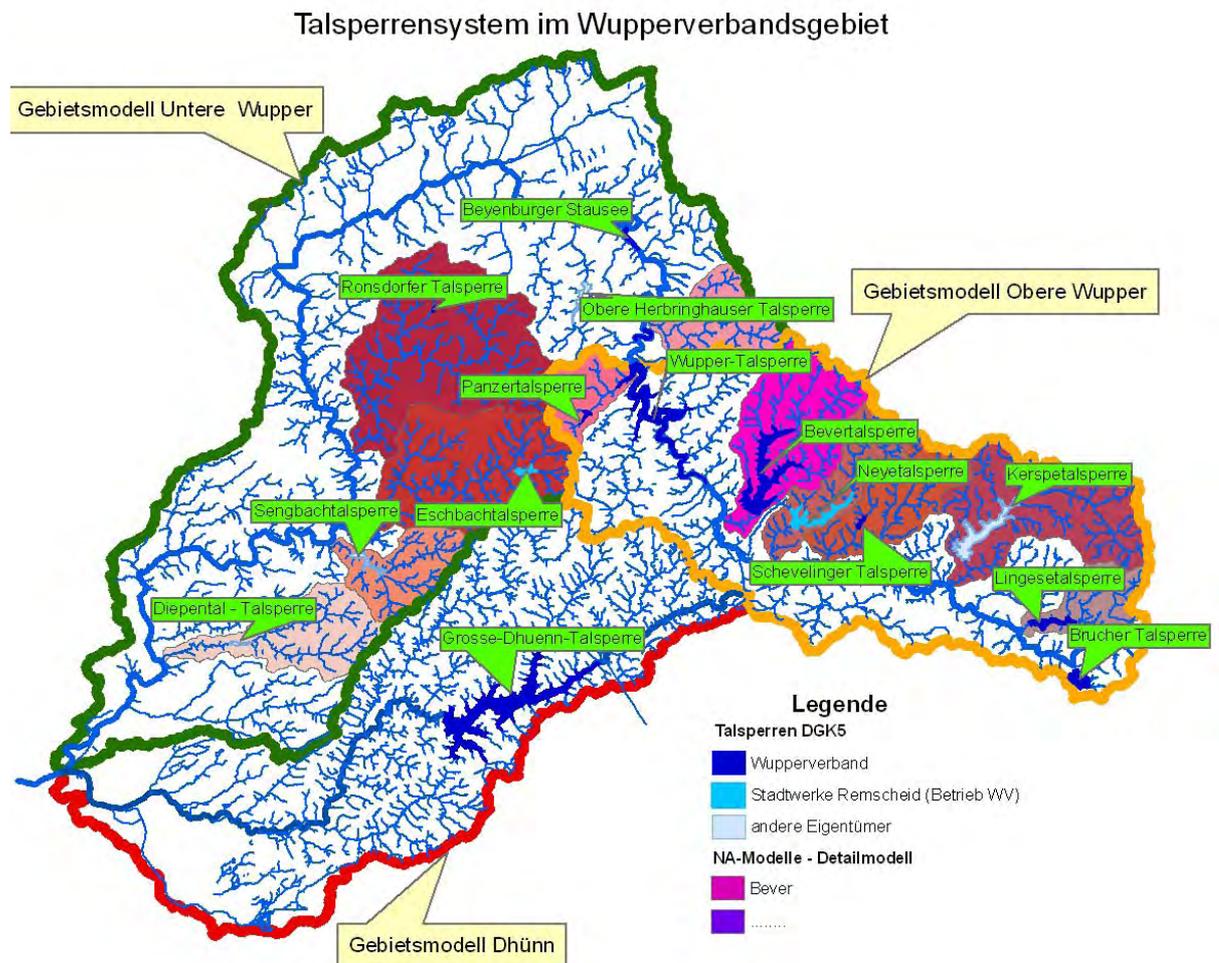


Abbildung 11: Übersicht über die Talsperren im Verbandsgebiet

Die Talsperren müssen ebenso wie Hochwasserrückhaltebecken

Sicherheitsüberprüfungen unterzogen werden - siehe **DIN 19700 Teil 10 und 11** [1,2].

Wegen Ihrer Größe und damit verbundenem Stauvolumen haben sie eine besondere



Relevanz. Die Sicherheitsüberprüfungen laufen beim Wupperverband regelmäßig und befinden sich daher in Fortschreibung.

Der Hochwasserschutz der Talsperren stützt sich auf drei Säulen:

- dem Steuerungsabfluss an einem **Referenzpegel**,
- der **Sicherung** der Vorflut
- und dem **Hochwasserrückhalt**.

Neben der Steuerung des Hochwassers müssen auch die Aspekte Niedrigwasseraufhöhung und andere ökologische Aspekte berücksichtigt werden. Alle Ziele sind mit den Wasserversorgungsunternehmen abgestimmt und unter Wahrung ihrer Belange umgesetzt.

6.2 Literatur

[1] Norm DIN 19700-10: Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen, Ausgabe 07/2004. Berlin: Beuth Verlag.

[2] Norm DIN 19700-11: Stauanlagen – Teil 11 Talsperren: Ausgabe 07/2004. Berlin: Beuth Verlag.

7 Hochwasserrückhaltebecken - Umsetzung der DIN 19700

7.1 Veranlassung

Hochwasserrückhaltebecken (HRB) sind Bauwerke, die anders als Regenrückhaltebecken (RRB) einen direkten Anschluss an das Gewässer haben (Haupt- oder Nebenschluss) und der Regulierung der Abflussmengen des **Fließgewässers** bei Hochwasser dienen (**Abbildung 12**). Die Becken sind entweder im Normalfall leer (Trockenbecken, „grünes“ Becken) oder teilgefüllt (Dauerstaubecken). Durch den Einstau der Wassermengen geht bei extremen hydrologischen Ereignissen ein erhöhtes Gefährdungspotential von HRB aus, da im Versagensfall des Bauwerkes schlagartige große Fluten nach unterhalb fließen würden, die ohne den Aufstau nicht entstehen würden. Damit hat ein HRB im Normalfall (siehe Definition BHQ₃ weiter unten) eine positive abmindernde Wirkung, könnte aber im Extremfall zu einem erhöhten Risiko beitragen.

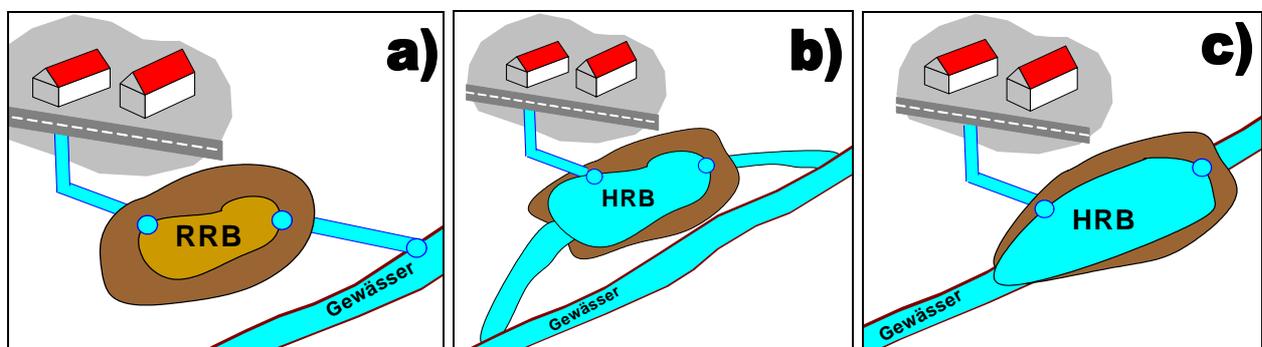


Abbildung 12: Schematische Darstellung eines RRB (a), eines HRB im Nebenschluss (b) und eines HRB im Hauptschluss (c)

Um das immer bestehende **Restrisiko** zu minimieren sind die konkreten Sicherheitsanforderungen an HRB in der im Jahre 2004 novellierten **DIN 19700 Teil 12** beschrieben und stellen die Allgemeinen Anerkannten Regeln der Technik dar [1]. Oberste Prämisse beim Betrieb der HRB ist es, dass die Anlagen so betrieben werden, dass auch bei extremen wasserwirtschaftlichen Verhältnissen keine zusätzliche Gefahr für die Unterlieger von den HRB ausgeht. Durch die Überprüfung der **29 Anlagen** des Wuppertal Wasserwirtschaftsverbandes nach der DIN 19700 werden diese quasi einer „TÜV-Hauptuntersuchung“ unterzogen, bei der die Funktion der Anlagen (vgl. Kap. 2) sowie die ggf. veränderten Randbedingungen z. B. weitere Versiegelung im Einzugsgebiet, untersucht und bewertet werden

Wesentliche Änderungen zur alten DIN 19700 ergaben sich in:

- dem Bemessungskonzept mit der Einführung von geringeren Eintrittswahrscheinlichkeiten der hydrologischen Bemessungsereignisse (Risikobetrachtungen),
- den Eingangsdaten für die Beckenklassifizierung,
- den Standsicherheitsnachweisen,
- der Betriebsüberwachung durch Betriebsleiter sowie durch das Erstellen regelmäßiger Sicherheitsberichte.

Die nachfolgende **Abbildung 13** gibt einen Überblick über die vom Wuppertal Wasserwirtschaftsverband betriebenen HRB und die Gewässereinzugsgebiete, in denen sie liegen.

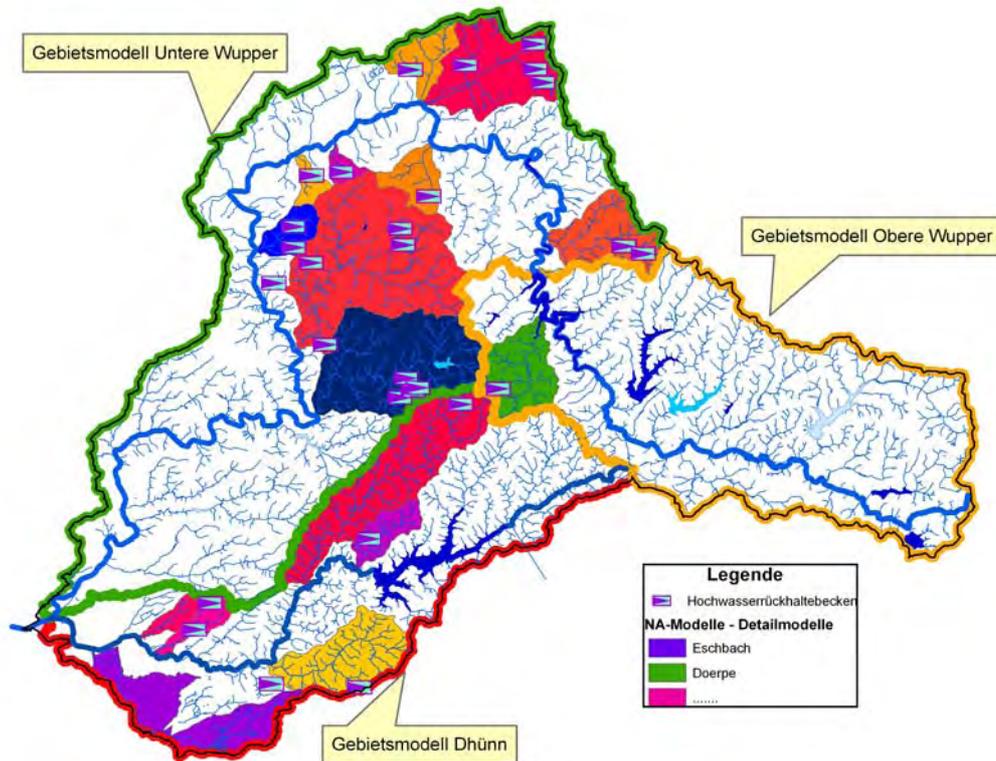


Abbildung 13: Übersicht über die Hochwasserrückhaltebecken im Verbandsgebiet

7.2 Bemessungskonzept von Stauanlagen gemäß der DIN 19700

In der DIN 19700 folgt das Bemessungskonzept grundsätzlich zwei Gesichtspunkten: zum einen den der **Anlagensicherheit** selbst, d.h. welche Gefährdung geht bei Versagen von der Anlage aus, und zum anderen die der **Hochwasserschutzwirkung** für den Unterlieger, d.h. für welchen Schutzgrad ist die Anlage ausgelegt oder auszulegen. Bestimmt werden die anzustrebenden Sicherheitsaspekte (Risikobetrachtungen) und Schutzgrade durch die Wahl von Bemessungshochwässern.

Anlagensicherheit:

- **BHQ₁**: die Bemessung der Hochwasserentlastungsanlagen,
- **BHQ₂**: die Überprüfung der Anlagensicherheit bei Extremhochwasser.

Für das Bemessungshochwasser 1 und 2 werden gemäß der DIN 19700 die Wiederkehrzeiten in Abhängigkeit des Stauraums und der Höhe des Absperrdamms festgelegt und liegen zwischen den Jährlichkeiten **200 und 10.000 Jahren**. Die darüber hinausgehenden Jährlichkeiten dokumentieren das **Restrisiko** für das HRB.

Für das Bemessungshochwasser 1 muss die Hochwasserentlastungsanlage den Abfluss schadlos abführen, ohne die Tragsicherheit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit der Stauanlage zu gefährden. Das Bemessungshochwasser 2 muss die Stauanlage ohne globales Versagen, insbesondere der Tragsicherheit des Absperrbauwerkes, überstehen [1].

Hochwasserschutz für den Unterlieger

- **BHQ₃**: die Bemessung des gewöhnlichen Hochwasserrückhaltereaumes.

Die Bemessung des **Hochwasserschutzraumes**, der durch eine Stauanlage gewährleistet sein soll, unterliegt (gemäß den Anforderungen der DIN 19700) den Schutz von Bebauungen

und sonstigen Objekten unterhalb des HRB oder dem Ausgleich der Wasserführung. Die Festlegung der jährlichen Überschreitungshäufigkeit des HRB wird jedoch auch unter Betrachtung **ökologischer**, **technischer** und **wirtschaftlicher** Gesichtspunkte festgelegt. Daher ist die Bemessung des HRB im Wesentlichen abhängig von der Funktion und dem Ziel des Beckens, die sich nicht nur auf die DIN 19700, sondern vor allem auf die Ziele der Bewirtschaftung des Gewässersystems stützen.

Bauwerke zum Schutz der Ökologie (Verringerung von häufigen kleinen Hochwässern hervorgerufen durch Einleitungen aus der Stadtentwässerung) benötigen Volumina, um Hochwässer geringerer Jährlichkeit zurückzuhalten. Andere die zum Zweck des Ausgleichs der Wasserführung, d.h. Retention der Wassermenge, die durch anthropogene Einflüsse (z. B. Flächenversiegelung, Begradigung und Ausbau des Gewässers) verursacht werden, benötigen Volumina um höhere Hochwässer zurückzuhalten. Das darüber hinausgehende Volumen stellt das Volumen für den Hochwasserschutz (Objektschutz) dar. Die auf der folgenden Seite dargestellte **Abbildung 14** verdeutlicht die grundsätzlichen Anforderungen, die an ein HRB gestellt werden können, die jedoch nicht gleichermaßen von allen Anlagen erfüllt werden.

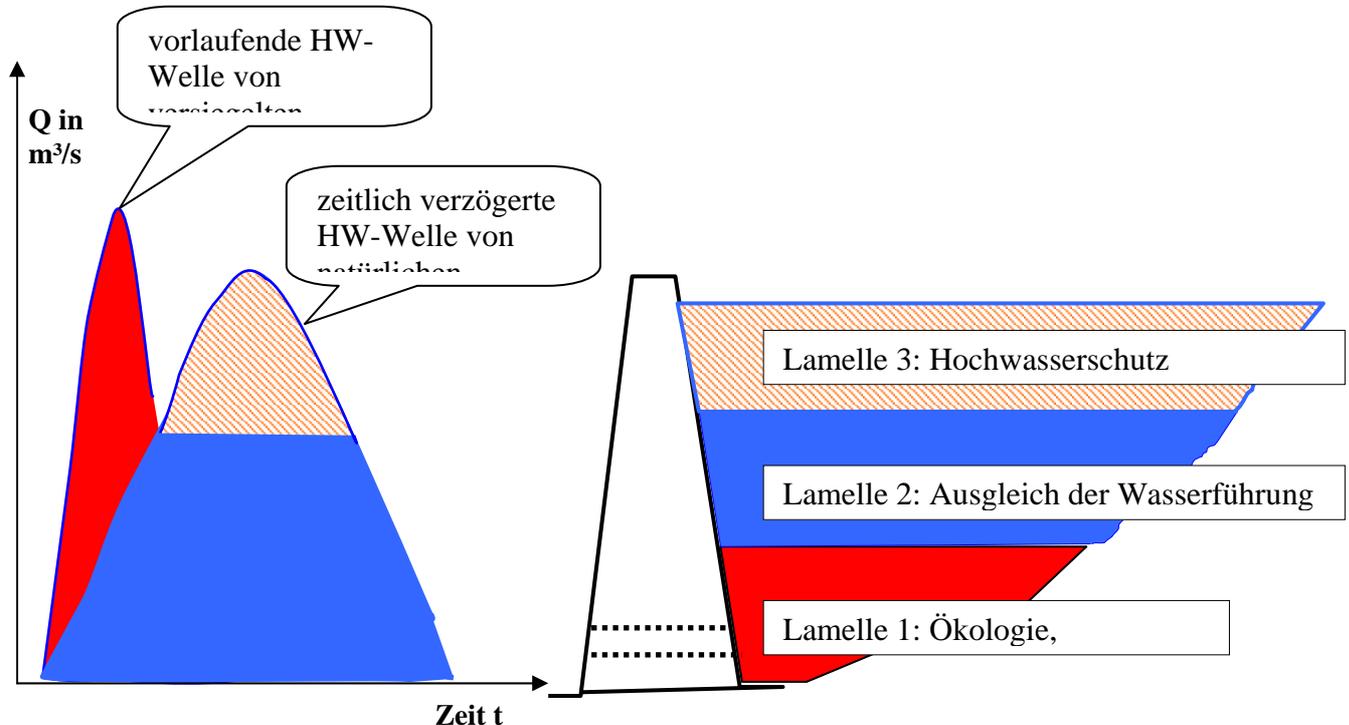


Abbildung 14: Wasserwirtschaftliche Funktionen von Hochwasserrückhaltebecken

Demzufolge kann sich das Bemessungshochwasser BHQ_3 in Abhängigkeit von der Funktion des Rückhaltbeckens stark unterscheiden. Konkret bedeutet dies, dass ein HRB, welches die Aufgabe hat, die Gewässerökologie zu schützen, i. d. R. seine Wirkung schon ab kleineren Jährlichkeiten verliert und im Sinne des oft in der Bevölkerung verankerten Hochwasserschutz für extreme Ereignisse zum Schutz des Unterliegers nur eine geringfügige Bedeutung hat. Grundsätzlich gilt, dass ein **absoluter Hochwasserschutz** für den Unterlieger durch technische Maßnahmen nicht möglich ist.

7.3 Konzept des Wupperverbandes

Für die Nachweise nach der DIN 19700 bilden die im Verbandsgebiet vorliegenden und sukzessiven aufzustellenden NA-Modellen die Grundlage, mit deren Hilfe die

Bemessungshochwässer berechnet werden. Da aus Kapazitätsgründen nicht alle 29 Hochwasserrückhaltebecken gleichzeitig in ihrer Gänze zu überprüfen sind und die hierfür notwendigen N-A-Modelle nicht flächendeckend vorliegen, wurde ein auf eine **modulare Abarbeitung** basiertes Konzept zur Umsetzung der DIN 19700 entwickelt. Dadurch kann eine Priorisierung (Rangfolge) von vorrangig zu bearbeitenden Becken ermittelt werden, um die vorhandenen Kapazitäten sinnvoll einzusetzen. Das Konzept wurde auf einem Workshop im September 2007 den Kommunen und für die Genehmigung zuständigen Unteren Wasserbehörden vorgestellt. Auf der nachfolgend dargestellten **Abbildung 15** ist die Konzeption zur Umsetzung der Nachweise nach der DIN 19700 in einem Ablaufplan dargestellt, welcher im Folgenden textlich erläutert wird.

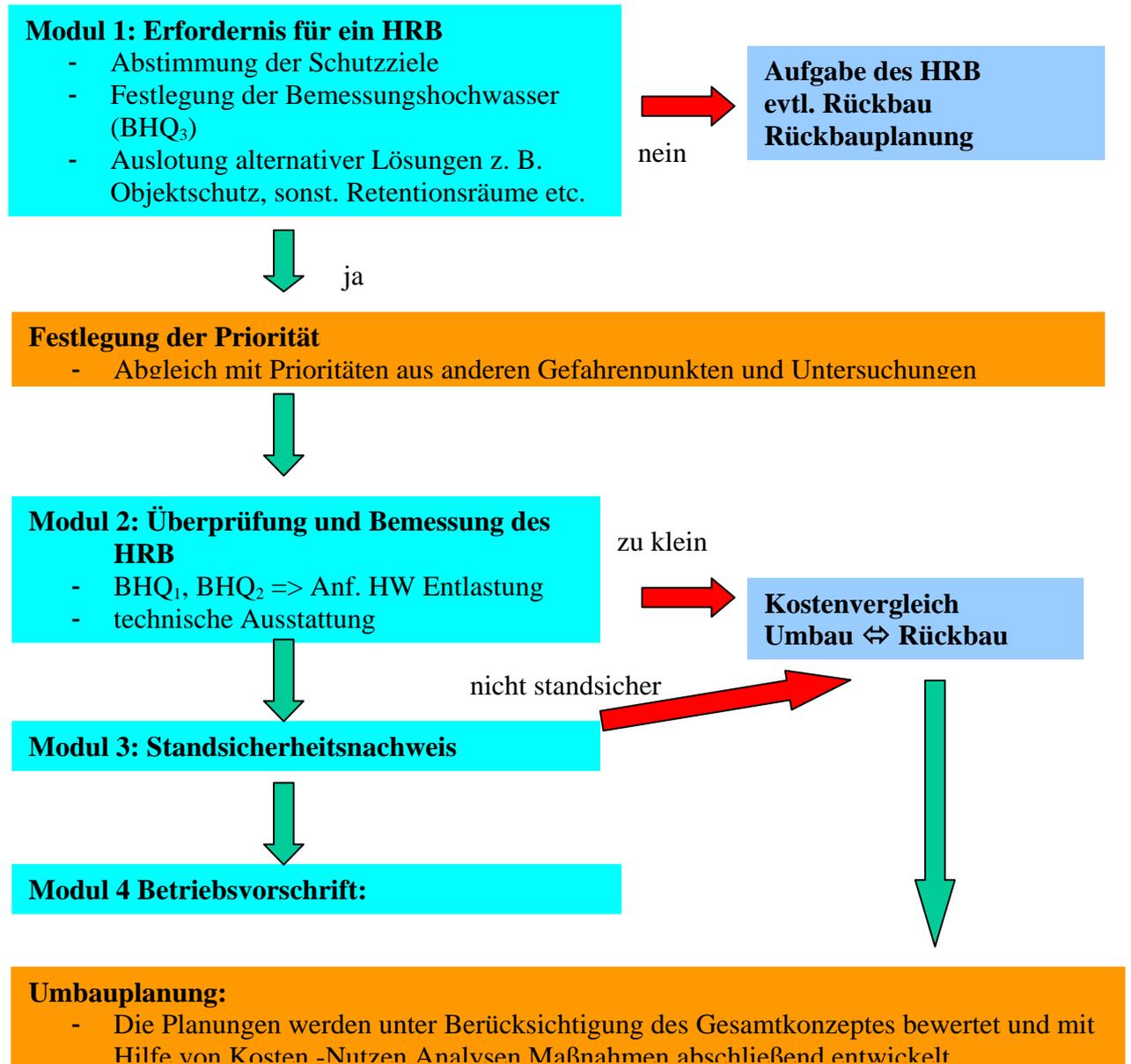


Abbildung 15: Konzept zur Umsetzung der DIN 19700

7.3.1 Vorarbeiten - Modul 0: Grundlagenermittlung und Klassifizierung der HRB

Vor der Erstellung des Konzeptes zur Umsetzung der DIN 19700 wurde die vorhandene Aktenlage ausgewertet, die Beckenkenndaten (baulicher Zustand, Volumen, Höhe des Absperrdammes) bewertet und zusammengetragen. Als erstes Ergebnis konnten die HRB

hinsichtlich der neuen **Klassifizierung** dokumentiert werden. Die nachfolgende **Abbildung 16** gibt einen ersten Eindruck über die Größe und Relevanz der HRB im Verbandsgebiet.

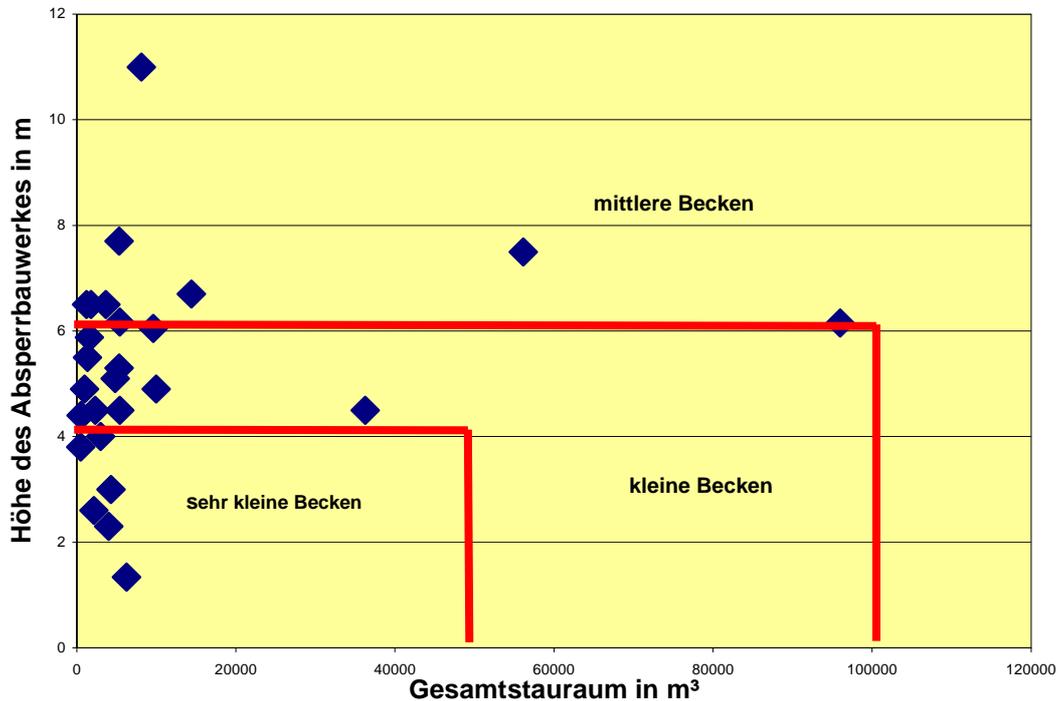


Abbildung 16: Klassifizierung der HRB des Wuppertalverbandes nach der DIN 19700

7.3.2 Modul 1: Darstellung der Erfordernis für ein HRB (Ermittlung BHQ₃)

Als ersten wichtigen und zentralen Schritt wird die Wirkungsweise, d.h. welches Schutzziel die Anlage besitzt, z.B. die Rückhaltung eines 25-jährlichen Hochwassers, bestimmt. Des Weiteren werden die generellen Randbedingungen und Alternativen, wie z.B. die Verlegung der Anlage in den Nebenschluss ausgelotet. Die Ergebnisse werden mit den zuständigen Behörden und den betroffenen Kommunen diskutiert und die **Schutzziele der Anlage** für den Unterlieger abschließend festgelegt. Da die für die Abarbeitungen dieses Moduls notwendigen N-A-Modelle nicht flächendeckend detailliert vorliegen, jedoch zur Festlegung der Relevanz der Anlage kurzfristig hydrologische Grundlagen notwendig sind, werden Abflussmengen aus folgenden Unterlagen ermittelt:

- über vorhandene NA-Modelle im Verbandsgebiet,
- über vorhandene Pegelauswertungen,
- über Regionalisierung mittels abzuschätzenden Abflussspenden.

Die Ergebnisse münden dann in die **Prioritätenliste des Gesamtkonzeptes**, d.h. in welchen Einzugsgebieten zu erarbeitende Grundlagen (Gewässerbegehungen, Aufstellung detaillierter hydrologischer N-A-Modelle, Gewässervermessungen und hydraulische Berechnungen, Aufstellung von Hochwassergefahrenkarten; Kosten-Nutzen Analyse und Maßnahmenentwicklung) vorrangig abgearbeitet werden.

7.3.3 Modul 2: Überprüfung und Bemessung der HRB

Für die Bestimmung der Bemessungshochwässer BHQ₁ und BHQ₂ werden die **N-A-Modelle** mit Hilfe von **Extremniederschlägen**, die aus vorhandenen Daten des Wuppertalverbandes



und des Deutschen Wetterdienstes (KOSTRA Atlas) ermittelt werden, belastet und somit die Bemessungsabflüsse für die jeweiligen HRB bestimmt. Im Anschluss wird für das Profil der Hochwasserentlastung und die Profile der Schussrinne ein hydraulisches Modell aufgestellt. Mit diesem Modell werden die Wasserstände bei Abfluss über die Hochwasserentlastung sowie die Schubspannungen in diesen Profilen berechnet. Mit Hilfe dieser Berechnung wird die Leistungsfähigkeit und die zulässige Schubspannung des vorhandenen Deckwerks bestimmt und ein eventueller Handlungsbedarf festgelegt.

7.3.4 Modul 3: Überprüfung der Standsicherheit

Eine Standsicherheitsüberprüfung ist unter Umständen nur erforderlich, wenn vom Bauwerk eine Gefährdung ausgehen könnte. Daher stehen für den Wupperverband in der Abarbeitung der Nachweise gemäß der DIN 19700 zunächst die oben beschriebenen Module 1 und 2 im Fokus, um dann unter Betrachtung aller Randbedingungen in Abstimmung mit den Aufsichtsbehörden festzulegen, inwieweit die Standsicherheit für die jeweiligen Bauwerke zu überprüfen ist. Folgende Möglichkeiten zur Untersuchung der Standsicherheit könnten dabei Berücksichtigung finden:

- Vermessung und Begehung zeigen keine wesentlichen Abweichungen von der Genehmigungsplanung.
- **Schadloser Abfluss** über die Hochwasserentlastungsanlage wird nachgewiesen (in Kombination mit Modul 2).
- Die Inaugenscheinnahme zeigt keine auffälligen Bauwerksschäden und keinen unzulässigen Bewuchs.
- Berechnung eines **Dammbruchszenarios** um nachzuweisen, dass keine Gefährdung für den Unterlieger bei Bauwerksversagen vorliegt.
- Prüfung der Konformität der Bauwerksbemessung mit der DIN 19700

7.3.5 Modul 4: Anpassung der Betriebsvorschriften

Die vorhandenen Betriebsvorschriften des Gewässerbetriebes werden auf Basis der durchgeführten Untersuchungen aus den Modulen 1 bis 3 sukzessive überarbeitet und angepasst.

7.4 Zeitplan und Kosten

Auf der nachfolgenden Seite sind der Status der Umsetzung und die zugehörigen Modellgebiete in tabellarischer Form zusammengetragen. Die geschätzten Kosten für die Module 1 und 2 belaufen sich auf 150.000 € (hier nicht eingerechnet sind die Kosten für die notwendigen Modellerstellungen).



NR		Name	Modellgebiet	Status Umsetzung		
				M 0	M - 1	M 2- 4
		Legende:	erledigt			
			in Bearbeitung bis voraussichtlich ...			
			geplant (Festlegung aus Ergebnissen) M1			
1	Hermannshagen	Ülfe		02/09		
2	Mermbach	Ülfe		02/09		
3	Karthäuser Bach	Obere Wupper				
4	Brunnen(nörtl. Schwelme)	Schwelme		02/09		
5	Schwelme 2 Oelkinghauser	Schwelme		02/09		
6	Südl. Schwelme 1 Freibad	Schwelme		02/09		
7	Blombach	Blombach		02/09		
8	Böhler Bach	Böhler Bach				
9	Burgholzbach	Burgholzbach		02/09		
10	Kaltenbach	Kaltenbach				
11	Kottsiepenener Bach	Morsbach		02/09		
12	Kuchhauser Bach	Morsbach		02/09		
13	Meine	Meine		02/09		
14	Nöllenhammer Bach	Nöllenhammer Bach		02/09		
15	Ostersiepen	Hatzenbeck		02/09		
16	Schellenbecker Bach	Schwarzbach		02/09		
17	Bornbach	Dörpe		02/09		
18	Güldenw. Bach	Morsbach		02/09		
19	Leyerbach	Morsbach		02/09		
20	Hofer Siefen	Scherfbach		12/08		
21	Lanzem. Siefen	Schwarzbroecher Bach		12/08		
22	Eickerberger Bach	Eschbach			06/09	
23	Höllnbach 1	Eschbach			06/09	
24	Höllnbach 2	Eschbach			06/09	
25	Hufer Bach	Eifgenbach		12/08		
26	Kenkhauser Bach	Eschbach			06/09	
27	Lüdorfer Bach	Linnefe			06/09	
28	Driescher Bach	Ophovener Mühlenbach			12/08	
29	Ophovener Bach	Ophovener Mühlenbach			12/08	

Tabelle 1: Zeitplan zur Umsetzung der DIN 19 700



7.5 Fazit

Die in den nächsten Jahren abzuarbeitenden Nachweise nach der neuen DIN 19700 bilden einen wichtigen Fachbeitrag, um die Wirkungsweisen der HRB darzustellen, das verbleibende Restrisiko zu dokumentieren sowie unter Berücksichtigung weiterer wasserwirtschaftlicher Randbedingungen die HRB so zu betreiben, dass auch bei extremen hydrologischen Verhältnissen keine Gefährdung vom Bauwerk ausgeht.

7.6 Literatur

- [1] Norm DIN 19700-10: Stauanlagen – Teil 10: Gemeinsame Festlegungen, Ausgabe 07/2004. Berlin: Beuth Verlag.
- [2] Norm DIN 19700-11: Stauanlagen – Teil 11 Talsperren: Ausgabe 07/2004. Berlin: Beuth Verlag.
- [3] Norm DIN 19700-12: Stauanlagen – Teil 12 Hochwasserrückhaltebecken: Ausgabe 07/2004. Berlin: Beuth Verlag.

8 Überflutungsbereiche

8.1 Definitionen

Drei Bereiche der hochwassergefährdeten Bereiche sind zu unterscheiden (siehe **Abbildung 17**):

- das so genannte **Überschwemmungsgebiet nach §32 WHG und §112 LWG (ÜSG)**, diese werden vorrangig zur Retentionsraumsicherung gerade für noch nicht bebaute Gebiete ermittelt (vorbeugender Hochwasserschutz)
- das „**Überflutungsgebiet**“, welches die vorhandene Bebauung auf alle Fälle mit einbezieht und somit gerade die Flächen mit Schadenspotenzial
- das gesamte „**hochwassergefährdete Gebiet**“ welches auch potenzielle Überflutungsgebiete (z.B. bei Versagen von Bauwerken, wie Deiche) berücksichtigt

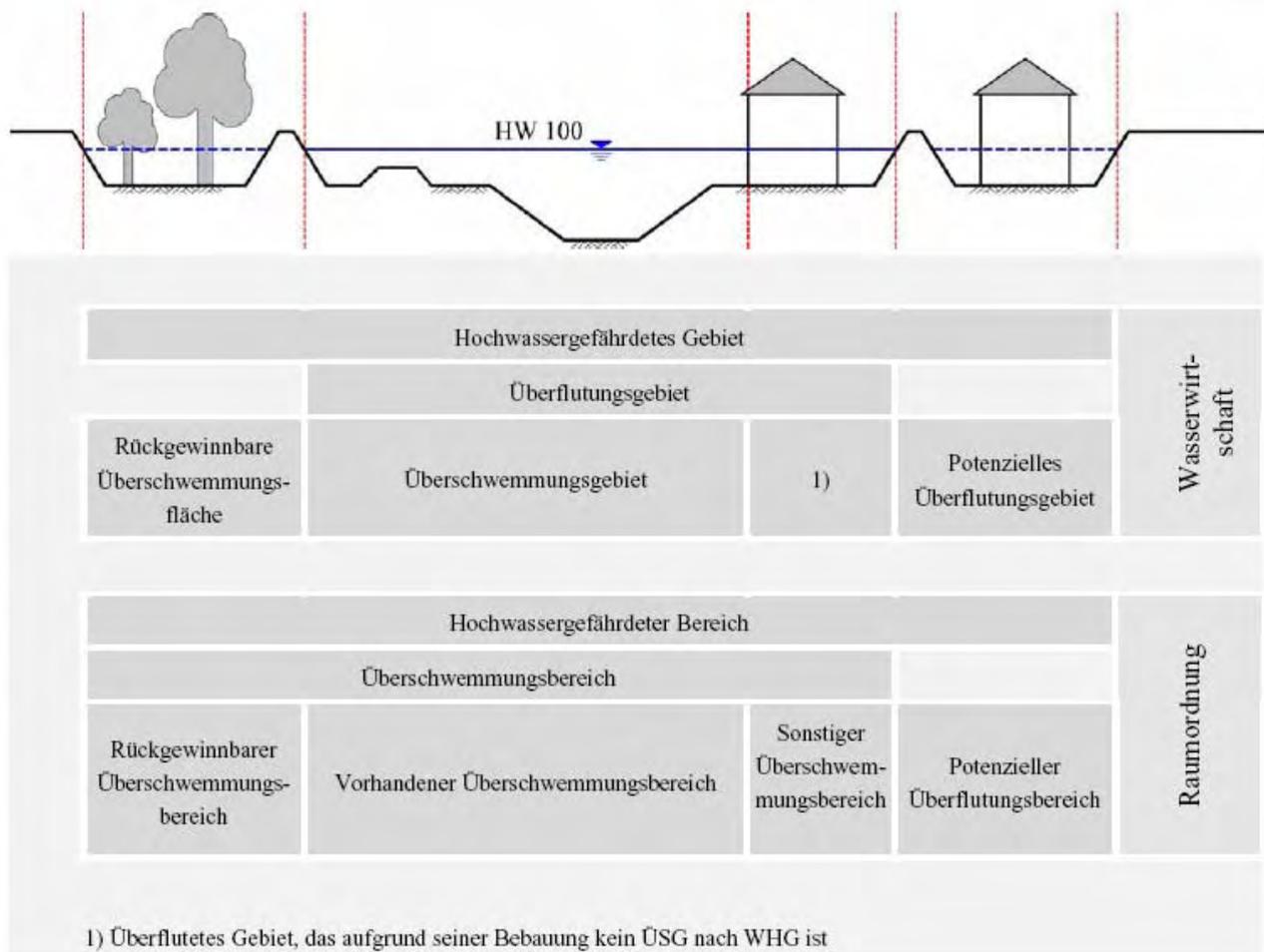


Abbildung 17: Grenzen des Überschwemmungsgebiets und anderer Teile des hochwassergefährdeten Bereichs aus [1]

8.2 Tätigkeiten

Den Betroffenen innerhalb von hochwassergefährdeten Bereichen interessieren solche Unterscheidungen in Begrifflichkeiten nicht, sie haben jedoch Relevanz für die Verantwortlichkeit der Ermittlung und den juristischen Konsequenzen. Während Bebauung in „**ÜSG**“ grundsätzlich der Ausnahmegenehmigung bedürfen und diese immer vom Land



ermittelt werden, können Gefahrenkarten auch von Kommunen oder Verbänden aufgestellt werden. Dies soll nach Wunsch des Landes in **Kooperation** geschehen und wird dann auch gefördert. Solche Kooperationsverträge ist der Wupperverband als Vertreter der Mitgliedskommunen bereits für die Ermittlung an der **Wupper** und der **Dhünn** eingegangen und sollen sukzessive erweitern werden.

Weiterhin hat der Wupperverband unter Einbringung seiner Kenntnisse über Gefahrenpunkte und noch zu sichernder Retentionsräume eine Abstimmung (zuständig hier: Bezirksregierung Düsseldorf und Köln) über die nächsten vom Land zu ermittelnden „**ÜSG**“ (siehe **Tabelle 2** und **Abbildung 18**) erzielt. Der Wupperverband wird hier unter Verwendung seiner Modelltechnik den notwendigen Input für das Land geben.

Gewässer	Bereich	BR	ÜSG	Einzugsge-bietsgröße	Gewässerlänge	Festsetzung	Speicher
Untere Wupper	Untere Wupper	Düsseldorf	geplant für 2008	> 10	75,60	2	
Schwelme	Untere Wupper	Düsseldorf		> 10	8,44	2	
Leimbach	Untere Wupper	Düsseldorf	nichts geplant bisher	< 10	3,27		
Mirker Bach	Untere Wupper	Düsseldorf	geplant für 2008	< 10	5,89	2	
Schwarzbach	Untere Wupper	Düsseldorf	geplant für 2009	< 10	4,04		HRB
Lüntenbeck	Untere Wupper	Düsseldorf	geplant für 2009	< 10	3,10		
Morsbach inklusive Müggenbach und Leyerbach	Untere Wupper	Düsseldorf	Aktualisierung ÜSG steht noch aus, gesetzlich festgelegtes ÜSG von 1998 vorhanden	> 10	15,16	3	HRB, Teichanlagen
Eschbach inklusive Lo(h)bach	Untere Wupper	Düsseldorf	aufgestellt	> 10	12,06	2	
Sengbach	Untere Wupper	Düsseldorf		> 10	7,44		
Weinsberger Bach	Untere Wupper	Düsseldorf	ÜSG vor Ort noch zu prüfen	< 10	5,97	2	
Nacker Bach	Untere Wupper	Düsseldorf	ÜSG vor Ort noch zu prüfen	< 10	6,67	2	
Klauberger Bach inkl. Papiermühlenbach & Städtgesmühler Bach	Untere Wupper	Düsseldorf	nichts geplant bisher	< 10	2,77	5	
Obere Wupper	Obere Wupper	Köln	ÜSG festgesetzt	> 10	40,96	3	Talsperren
Rönsahl	Obere Wupper	Köln	ÜSG festgesetzt	< 10	3,97	3	
Hönnige	Obere Wupper	Köln	ÜSG festgesetzt	> 10	9,19	3	Talsperre
Gaulbach	Obere Wupper	Köln	ÜSG festgesetzt	> 10	8,40	3	HRB
Uelfe	Obere Wupper	Köln	nichts geplant bisher	> 10	7,96	1	Talsperre, HRB
Untere Wupper	Untere Wupper	Köln	geplant für 2008	> 10	75,60	2	
Weltersbach	Untere Wupper	Köln		> 10	8,40	2	
Murbach	Untere Wupper	Köln		> 10	11,12	2	
Wiembach	Untere Wupper	Köln		> 10	10,54	2	
Dhünn	Dhünn	Köln	ÜSG steht noch aus	> 10	40,16	2	
Eifgenbach	Dhünn	Köln	ÜSG aufgestellt, aber sehr alt und zu überprüfen - jedoch kein wirkliches Gefahrenpotenzial	> 10	20,49	2	
Scherfbach	Dhünn	Köln	nicht geplant	> 10	9,71	5	HRB
Mutzbach inklusive Katterbach	Dhünn	Köln	ÜSG festgesetzt	> 10	15,13	3	

Legende:

Einstufung:	Veranlassung:	Kriterium:	Status:
1 Ermittlungsbedarf		Kriterium erfüllt > 10 km ² oder > 10 km	aufgestellt
2 Festsetzungsbedarf	Retentionsraum	Kriterium nicht erfüllt < 10 km ² oder < 10 km	in Bearbeitung
3 Festgesetzt			geplant
4 Ermittlungsbedarf	Preußisches ÜSG festgesetzt		
5 geprüft, keine HW-Gefahr			

Tabelle 2: Geplante und vorhandene Überschwemmungsgebiete



Abbildung 18: Geplante und vorhandene Überschwemmungsgebiete

Die weiteren vom Wuppertalverband zu untersuchenden Gebiete ergeben sich aus den Prioritäten (**Risiko- und Schadenspotenzial**) der einzelnen Arbeitspakete des Konzeptes und werden laufend fortgeschrieben. In solchen erweiterten „**Gefahrenkarten**“ werden nicht nur die überflutete Fläche, sondern auch die zugehörige **Wassertiefe** und **Fließgeschwindigkeiten** ermittelt und dargestellt (siehe Beispiel **Abbildung 19**), ebenso wie Hochwasserschutzanlagen, Gefahrenquellen, Wellenlaufzeiten, Querbauwerke oder ähnliches. Wie oben bereits erwähnt sind bereits Kooperationen für die Wupper und die Dhünn geschlossen worden und die Karten in Bearbeitung – für den Eschbach hat der Wuppertalverband bereits selbst Karten aufgestellt und damit Erfahrungen gesammelt.

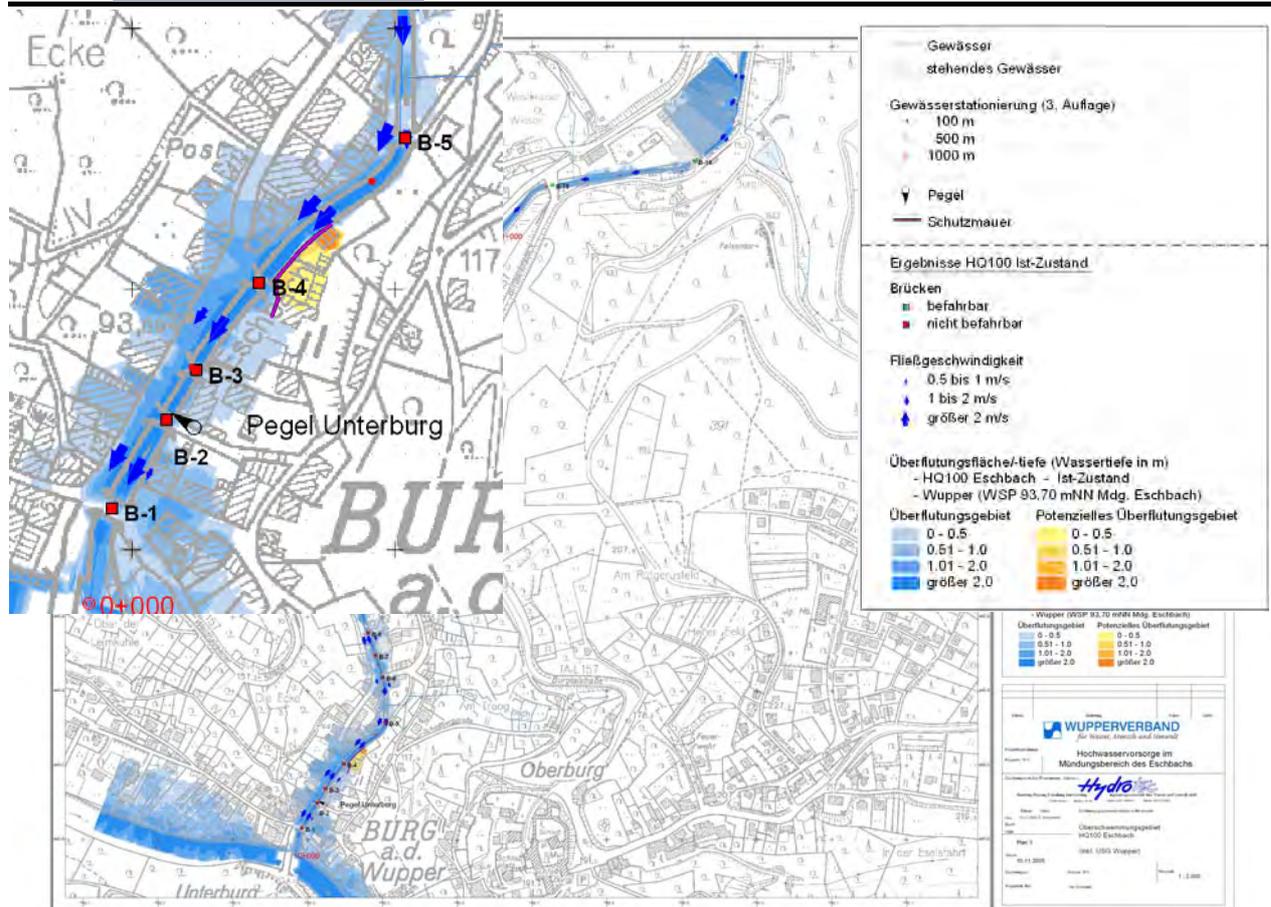


Abbildung 19: Hochwassergefahrenkarte für den Eschbach

8.3 Literatur

[1] Leitfaden Hochwasser-Gefahrenkarten, Stand Juni 2003. Düsseldorf. MUNLV NRW.

9 Hydrologische und hydraulische Berechnungen

9.1 Einführung – Wasserbilanzmodelle

Die vielfältigen Fragestellungen, die sich in der Wasserwirtschaft ergeben und die teilweise zu **konkurrierenden Nutzungsbedingungen** führen, können nur auf Einzugsgebietsebene untersucht werden. Wasserbilanzmodelle bilden gemeinsam mit Messungen die Grundlage für eine angemessene Beurteilung von Lösungsvarianten. So können fiktive **Varianten** aufgestellt und **relative Vergleiche** der Einflüsse von Zuständen untersucht werden.



Abbildung 20: Einflüsse des Menschen auf das ein Gewässersystem

9.2 Abflussprozesse bei der Wasserbilanzmodellierung

Die wesentlichen Elemente des hydrologischen Kreislaufs werden durch die Wasserbilanzmodelle abgebildet. Diese untergliedern sich in folgende Teilprozesse:

- **Belastungsbildung:** Abbildung der Belastung aus Regen und Schneeschmelze
- **Belastungsverteilung:** Berechnung des Gebietsniederschlages
- **Belastungsaufteilung:** Abbildung der Belastung in Versickerung, Verdunstung und Abflussanteile (urbane und natürliche Abflussprozesse)
- **Abflusskonzentration:** Transport und Verzögerung der einzelnen Abflussanteile, z. B. schnelle Abflussanteile von versiegelten Flächen; langsame Abflussanteile, die über das Grundwasser ins Gewässer gelangen)
- **Wellentransport:** Verformung der Abflusswelle durch Retention in Kanalnetz und im Gewässersystem (in Zusammenhang mit hydraulischen Berechnungen).

In der nachfolgenden **Abbildung 21** werden die verschiedenen Prozesse schematisch dargestellt.

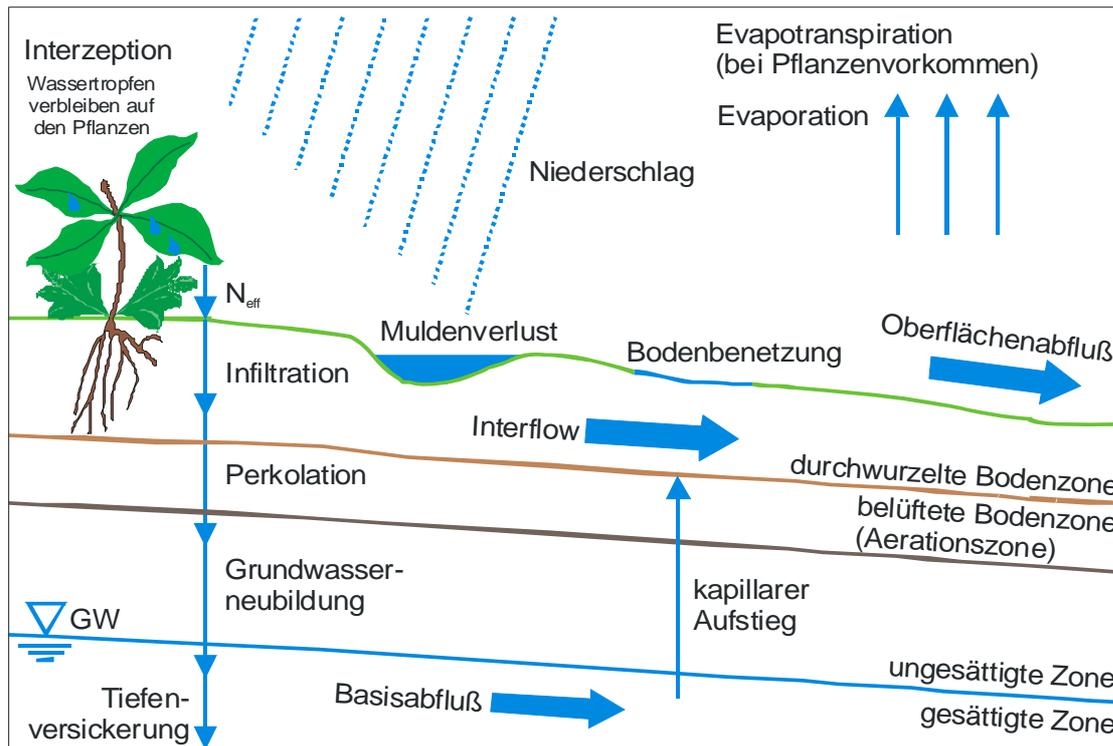


Abbildung 21: Prozesse bei der Wasserbilanzmodellierung

9.3 Grundlage für die Aufstellung von hydrologischen Modellen

Für ein qualitativ hochwertiges Modell ist die **Datengrundlage** von entscheidender Bedeutung, um die „Wirklichkeit“ bestmöglich im Modell abzubilden. Diese Datengrundlage besteht aus verschiedenen Datenquellen, die in der folgenden **Abbildung 22** skizziert ist.

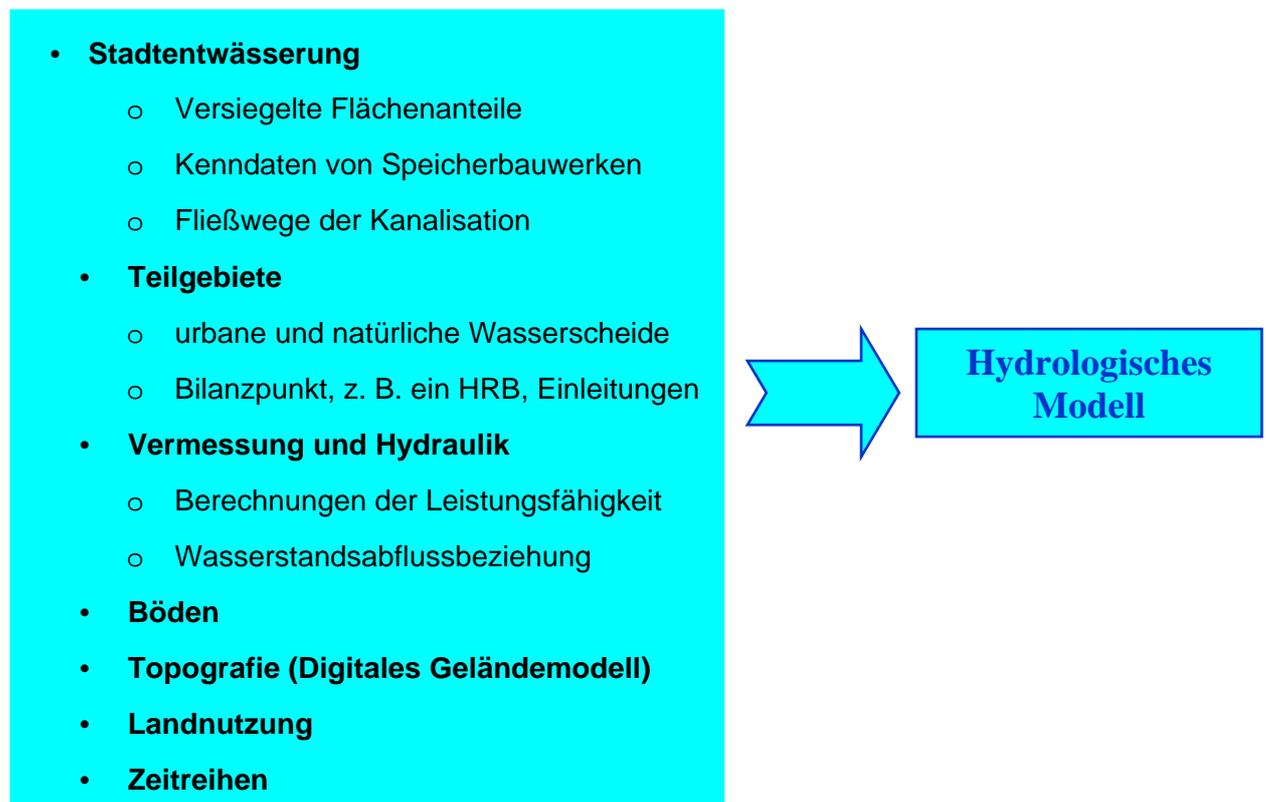


Abbildung 22: Grundlegenden Daten für die Aufstellung von NA-Modellen



9.3.1 Benötigte Daten für die Berechnungen von hydrologischen Modellen

9.3.1.1 Stadtentwässerung

Informationen über die **Stadtentwässerung** stellen gerade in der urban geprägten Region des Wupperverbandes (z.B. mit seinem zum Teil sehr hohem Anteil an versiegelten Flächen) eine **zentrale Rolle** bei der Abbildung von Niederschlags-Abfluss-Prozessen dar. Dabei werden Daten zur Bebauungsdichte (**Anteil der befestigten/versiegelten Flächen**) benötigt, um abzuschätzen, welcher Anteil des Regenwassers versickern kann und welche Mengen an Regenwasser über natürliche oder auch kanalisierte Fläche dem Gewässer zufließen. Weiterhin zu berücksichtigen sind zudem Angaben zur Bevölkerungsdichte und zum mittleren Wasserverbrauch, um berechnen zu können, wie viel Abwasser über Kanäle zur Kläranlage transportiert und gereinigt wird bzw. vorher über Entlastungsbauwerke (Regenüberlaufbecken, Regenüberläufe) in die Gewässer eingeleitet wird. Entscheidend für das Modell sind jedoch nicht nur die anfallenden Wassermengen, sondern auch die **zeitliche Verteilung**, in der sie in der Kläranlage oder/und im Gewässer ankommen. Die zeitlichen Verzögerungen vom Anfall des Wassers bis zur Ankunft an der Kläranlage oder im Gewässer hängen entscheidend von der Länge des Fließweges, dem Gefälle und der Leistungsfähigkeit der Rohrleitungen ab, aber auch von den Bauwerken, in denen das Wasser bei größeren Wassermengen zurückgehalten wird. Um dies berücksichtigen zu können, müssen die **Kenndaten der Kanäle** (Länge, Gefälle, Durchmesser), mindestens jedoch die maximale Fließzeit im Kanal bekannt sein. Außerdem werden **detaillierte Angaben zu den Bauwerken** sowohl im Kanalnetz als auch im Gewässer benötigt. Wichtig sind hierbei vor allem Bauwerkstyp, Bauwerksvolumen, Drosseleinstellungen und Überlauffunktionen. Handelt es sich um Bauwerke, die zum Beispiel aus Gründen des Hochwasserschutzes gesteuert werden, so sind auch diese Regeln in Erfahrung zu bringen und bestmöglich abzubilden.

9.3.1.2 Teilgebiete

Mit der Einteilung in Teilgebiete wird das Einzugsgebiet untergliedert, um an den Teilgebietsgrenzen mit dem Modell Abflüsse berechnen zu können. Daher richtet sich die **Teilgebietseinteilung nach dem Ziel** des hydrologischen Modells. Maßstäbe für den Detaillierungsgrad bei der Teilgebietseinteilung sind u. a. die urbanen und natürlichen Wasserscheiden, maßgebliche Einleitungsstellen, Hochwasserrückhaltebecken und Abflussengpässe im System, z. B. eine Verrohrung.

9.3.1.3 Vermessung und Hydraulik

Für die Abbildung der **Leistungsfähigkeit und des Retentionsverhaltens** der Gewässer sind für hydrologische Berechnungen Erkenntnisse aus der Hydraulik zu übernehmen. So werden **Ergebnisse aus hydraulischen Berechnungen**, z. B. die wasserstandabhängige Leistungsfähigkeit eines Gewässerabschnittes, über Schnittstellen dem hydrologischen Modell zur Verfügung gestellt und finden dort Berücksichtigung, z. B. ab welchem Wasserstand ein Gewässer ausufert. Für kleinere Gewässer werden die Einflüsse, je nach Gewässertyp, über repräsentative Profile abgebildet.

9.3.1.4 Böden

Ein Kernpunkt bei der Berechnung des Bodenwasserhaushalts ist die Abbildung der Infiltration, d. h. welche Wassermenge kann in den Boden infiltrieren, bevor Oberflächenabfluss entsteht. Weitere Aspekte bestehen in der Aufnahmekapazität des



Bodes, der Zwischenspeicherung, der Verdunstung und der Exfiltration, d. h. der Grundwasserneubildung. Diese **vertikalen Abflussprozesse** (vgl. Abbildung 1 oben) werden durch physikalisch begründete empirische Ansätze beschrieben, die sich auf die Bodendaten, z. B. das Gesamtporenvolumen, beziehen.

Die notwendigen Bodendaten liegen mit der digitalen Bodenkarte des Landesvermessungsamtes dem Wupperverband für das gesamte Verbandsgebiet vor.

9.3.1.5 Topografie

Die Topografie des Einzugsgebietes wird über ein digitales Geländemodell abgebildet, auf dessen Basis **Teilgebiete eingeteilt und Fließwege berechnet** werden. Dem Wupperverband liegt für das gesamte Verbandsgebiet das digitale Geländemodell DGM 5 des Landesvermessungsamtes vor, für Grossteile des Gebietes auch aktuelle **Laserscandaten**, die uns für die Aufgabe Hochwasserschutz im Rahmen von Kooperationsvereinbarungen zur Verfügung gestellt wurde.

9.3.1.6 Landnutzung

Die Landnutzung in einem Einzugsgebiet hat maßgeblichen Einfluss auf die Größe des Interzeptionspeichers (Wassermenge, die von der Oberfläche zurückgehalten wird). In Abhängigkeit von der Landnutzung wird also der Belastungsniederschlag (Niederschlag – Interzeption) ermittelt und hat einen Einfluss auf die Wasserbilanz in einem Einzugsgebiet.

9.3.1.7 Zeitreihen

Für die Belastung des Wasserbilanzmodells werden **kontinuierlich aufbereitete Niederschlagszeitreihen** zur Bestimmung des **Gebietsniederschlags** benötigt. Dieser wird durch Extrapolation der **punktuell gemessenen Niederschlagsdaten** auf das Einzugsgebiet berechnet. Zur besseren Abbildung des Gebietsniederschlags werden für die Modellierungen zukünftig (in Kombination zu den Niederschlagsmessungen) verstärkt **Radardaten** eingesetzt. Für die Radardaten ist jedoch zu beachten, dass diese für die Modellierungen immer anhand von Niederschlagsmessungen **angeeicht** werden müssen und mangels Verfügbarkeit noch keine Langzeitsimulation, z. B. für Bemessungsaufgaben, durchführbar ist. Für die Modellrechnungen muss im Weiteren eine Zeitreihe über die potentielle (=maximal mögliche) Verdunstung zur Berechnung der realen Verdunstung, beispielsweise aus Mulden, zur Verfügung stehen. Auf Basis der Temperaturzeitreihe wird ermittelt, inwieweit der Niederschlag als Schnee oder als Regen im Modell abgebildet wird.

Die aus dem Wasserbilanzmodell berechneten Abflüsse werden **anhand gemessener Pegeldaten kalibriert**. Daher müssen die Pegeldaten, die in der Regel aus gemessenen Wasserständen über eine definierte Beziehung zwischen Wasserstand und Abfluss berechnet werden, in geprüfter Form vorliegen. Aus diesem Grund sind daher für die Berechnung des Abflusses aus den Wasserständen ausreichende Abflussmessungen nötig, um dies zu gewährleisten.

9.3.2 Erstellung des hydrologischen Systemplans

Auf Basis der oben beschriebenen Datengrundlagen, welche mit Hilfe Geografischer Informationssysteme (GIS) aufbereitet werden (vgl. **Abbildung 23a**), wird die Fließlogik in einem Systemplan abgebildet (siehe **Abbildung 23b**). Dieser Systemplan bildet die Grundlage für die Berechnung von verschiedenen Zuständen und Szenarien. Ein Anwendungsbeispiel ist z. B. die Erhöhung von Speichervolumen eines

Hochwasserrückhaltebeckens hinsichtlich der Auswirkungen für den Hochwasserschutz für den Unterlieger.

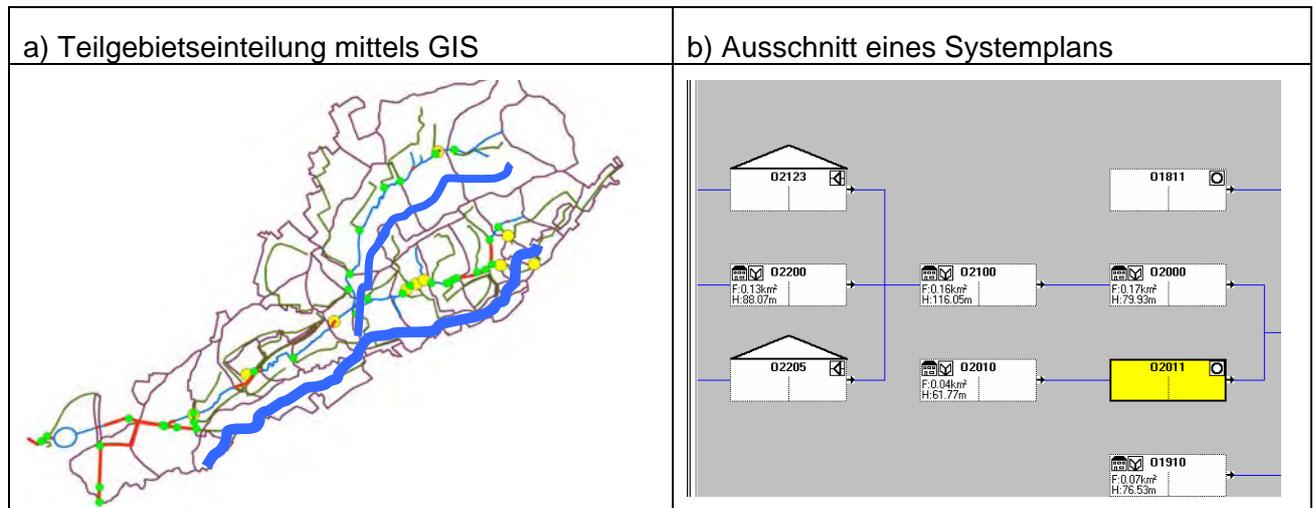


Abbildung 23: Teilgebietseinteilung und Systemplan eines hydrologischen Modells

9.3.3 Kalibrierung von Wasserbilanzmodellen

Bei der Kalibrierung werden die erzeugten Abflussganglinien anhand der real gemessenen Pegelzeitreihen mit dem Ziel verglichen, die Parameter des Modells **in physikalisch sinnvollen Grenzen** anzupassen. Haben die vom Modell erzeugten Abflusszeitreihen weniger als **10%** Abweichung zur real gemessenen Pegelzeitreihe (Jahressumme und Zeitreihenverlauf), so kann von einer realitätsnahen Abbildung im Modell ausgegangen werden. Ist die Abweichung größer, so kann durch die Veränderung der Kalibrierfaktoren (Retentionskonstanten, Versiegelungsgrade usw.) eine Anpassung erreicht werden. Je genauer die Grundlagenermittlung durchgeführt wurde, desto geringere Anpassungen in den Kalibrierfaktoren sind erforderlich und desto präziser bildet das Modell die Wirklichkeit ab. Man darf jedoch bei aller Detailgenauigkeit nicht vergessen, dass die Realität sich selbst mit der größten Sorgfalt nicht zu 100% abbilden lässt, sondern dass durch das Modell eine **Regionalisierung** auf Basis bekannte Daten aus Einzugsgebiet, Fließwegen, Retentionsvermögen, Niederschlag usw. vorgenommen wird.

Festzuhalten bleibt, je besser diese Grundlagendaten sind, desto leichter ist später die Kalibrierung durchzuführen und desto genauer sind am Ende auch die Ergebnisse, die mit dem Modell produziert werden.

9.3.4 Ermittlung von Abflüssen verschiedener Jährlichkeiten

Für verschiedene Planungszustände wird im nächsten Schritt das Modell mit den aufgezeichneten historischen Niederschlagszeitreihen „gefüttert“. Auch hier muss große Sorgfalt darauf verwendet werden, dass die Daten in **guter lückenloser Qualität** zur Verfügung stehen und für das Gebiet **repräsentativ** sind. Mit Hilfe der berechneten Abflüsse werden anschließend statistische Auswertungen vorgenommen. Ergebnis dieser Analyse sind Abflüsse verschiedener Jährlichkeiten, die als Grundlage für **hydraulische Berechnungen** an verschiedenen Knotenpunkten im Gewässersystem bereitgestellt werden.

9.4 Hydraulische Modelle

Ziel bei der Berechnung von hydraulischen Modellen ist es, anhand der zuvor im hydrologischen Modell **ermittelten Abflüsse** Kenndaten über die Auswirkungen in der Fläche zu erarbeiten. Dies sind insbesondere **Wasserstände, Ausuferungen, Fließtiefen und Geschwindigkeiten** in den Gewässersystemen. Zu beachten ist bei der Maßnahmenplanung, dass ein Eingriff zur Verbesserung der hydraulischen Leistungsfähigkeit immer in Bezug auf den Unterlieger zu bewerten ist. Die nachfolgende **Abbildung 24** stellt die Zusammenhänge zwischen den hydraulischen und hydrologischen Modellen schematisch dar und verdeutlicht, dass die gegenseitigen Abhängigkeiten nur auf Einzugsgebietsebenen betrachtet werden können.

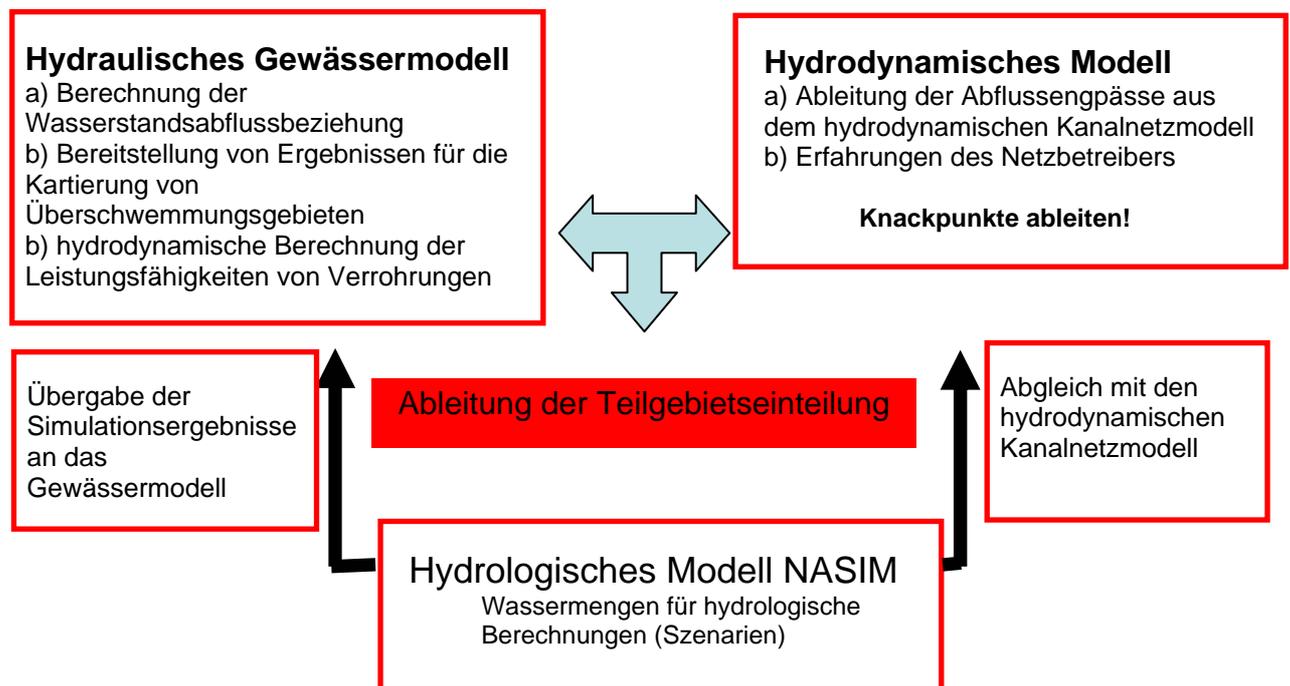


Abbildung 24: Kopplung von hydrologischen und hydraulischen Modellen

Ziel bei allen hydraulischen und hydrologischen Berechnungen in Bezug auf Hochwasserschäden ist immer, für **verschiedene Jährlichkeiten**, die **Wasserstände** mit Ihren Einflüssen (**Fließtiefen und Geschwindigkeiten**) hinsichtlich **potentieller Schäden** zu beurteilen. Zur Bewertung werden daher die Ergebnisse der Berechnungen in Kartenform aufbereitet (siehe auch **Kapitel 8** Überflutungsgebiete). Die nachfolgende **Abbildung 25** stellt exemplarisch die Ergebnisse einer hydraulischen Berechnung in einem 3 D – Modell dar.



Abbildung 25: Darstellung hydraulischer Ergebnisse in einem 3-D-Modell

9.5 Hydrologische und hydraulische Modelle beim Wupperverband

9.5.1 Bestehende Modelle

Die nachfolgend stehende **Abbildung 26** liefert einen Überblick über die bereits aufgestellten Wasserbilanzmodelle im Verbandsgebiet. Konzeptionell wird dabei in „**Grobmodelle**“ für die großen Gebiete Obere- und Untere Wupper sowie das Dhünnggebiet und in „**Detailmodelle**“ für die übrigen Einzugsgebiete unterschieden. Methodische habe die „Grobmodelle“ die Aufgabe, die Flussläufe von Wupper und Dhünn abzubilden. Betrachtet werden bei diesen Modellen natürlich auch die Nebengewässer, jedoch nicht in der Form, dass für diese auch detaillierte Aussagen (=keine kleinräumige Teilgebietseinteilung) getroffen werden können.

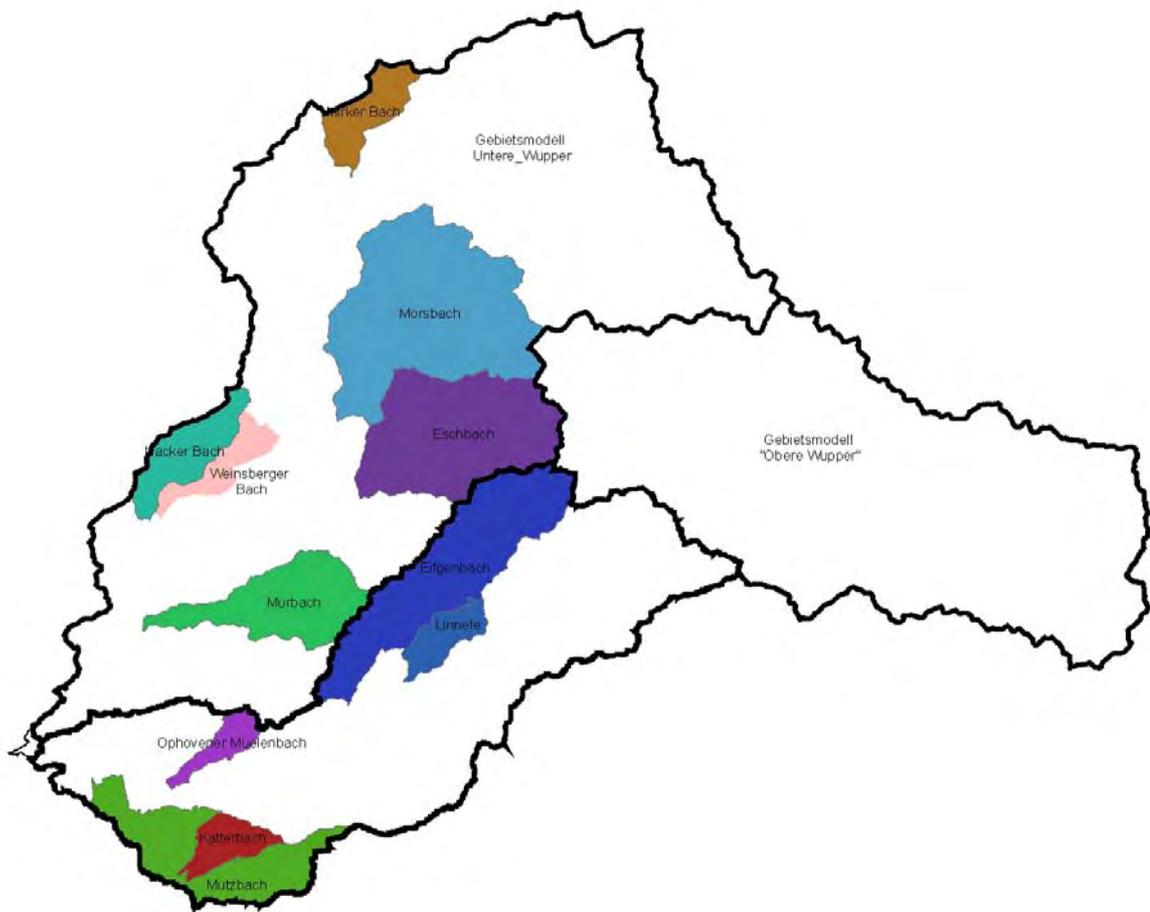


Abbildung 26: Wasserbilanzmodelle im Verbandsgebiet

9.5.2 Geplante Modellaufstellungen

Zusätzlich zur kontinuierlichen Aktualisierung der bestehenden Modelle, ist es geplant, in den nächsten Jahren für weitere Nebengewässer Wasserbilanzmodelle erstmalig aufzustellen bzw. von alten oder externen Planungen zu übernehmen. Die nachfolgende **Abbildung 27** gibt einen Überblick über Einzugsgebiete, wo die Aufstellung eines NA -Modells geplant ist. Zu beachten ist, dass andere Gewässer sich im Laufe der Untersuchungen (**Erarbeitung einer Prioritätenliste**) eventuell noch ergeben können. Die Aktualisierung bestehender Modelle wird in enger Abstimmung mit den Kommunen und anderen Akteuren abgestimmt und richtet sich nach Entwicklungen anderer Planungen und Datenerhebungen, z.B. einer Kanalnetzanzeige, aktuellen Befliegungen.

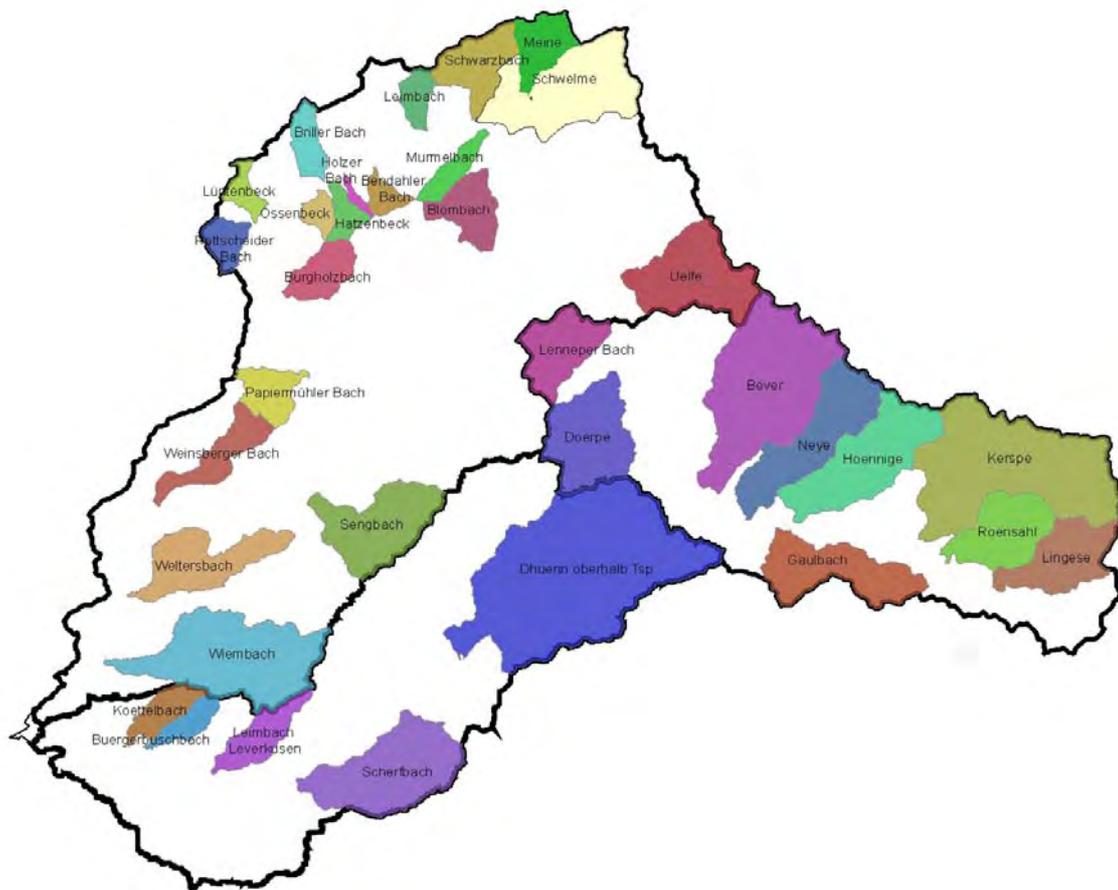


Abbildung 27: Neu aufzustellenden Modelle

10 Warndienst

10.1 Randbedingungen

Ein effektiver Warndienst benötigt **ausreichend Vorlaufzeit** vor einem Ereignis um wirksam zu sein. Wenn zwischen dem Erkennen der Gefahr und dem Eintreten nicht genug Zeit verbleibt geeignete **Maßnahmen** einzuleiten kann ein **Warndienst nicht ausreichenden Schutz** bieten. Solche Maßnahmen können Steuerungen von Stauanlagen, Aufbau mobiler Objektschutz bis zu Evakuierung sein.

Ob aus einem Starkregen oder einer bestimmten Wetterlage ein Hochwasser wird, hängt ganz entscheidend von den **hydrologischen Randbedingungen** ab (Vorbelastung des Systems: Vorregengeschichte des Einzugsgebietes, aktuell bereits vorhandener Wasserstand im Gewässer, Sättigungsbereitschaft der Böden usw.). Daher müssen für die Abschätzung der regionalen Gefahrenlage meteorologische Daten und klimatologische Kurzfristvorhersagemodelle mit hydrologischen Modellen **gekoppelt** werden (siehe **Abbildung 28**). Die Bundesländer sind in einigen, teilweise innerhalb von EU-Projekten (Interreg) umgesetzten, Projekten bereits in der Lage Systeme zu testen. Innerhalb eines solchen Projektes ist der Erttverband [1] integriert. Der Wupperverband steht im engen Kontakt mit ihm, der Emschergenossenschaft und anderen Wasserverbänden, um gemeinsam von einander zu lernen und in den nächsten Jahren die vorhandenen Ansätze gemeinsam weiterzuentwickeln und auf Praxistauglichkeit zu untersuchen.

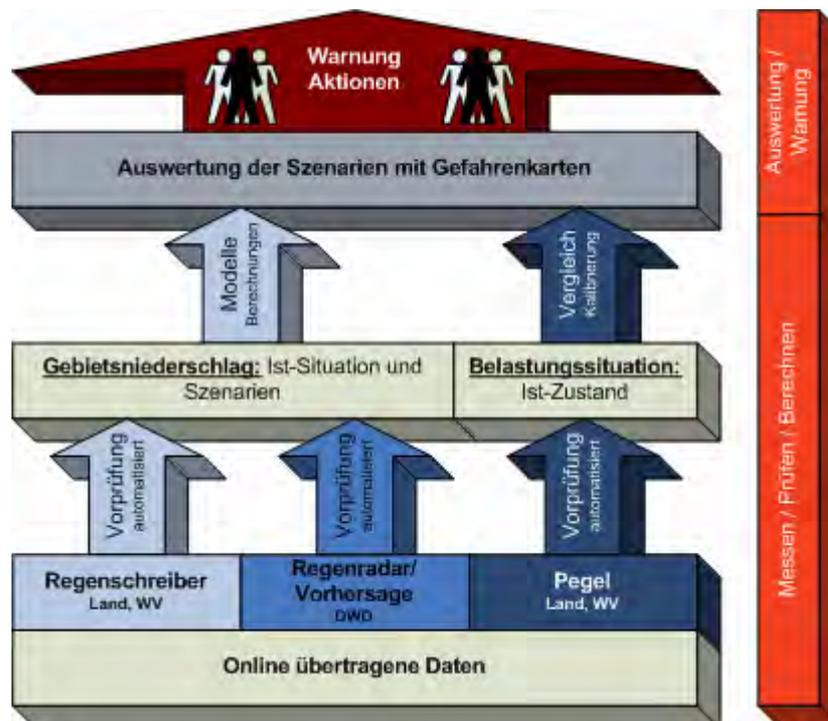


Abbildung 28: Koppelung meteorologische Daten und hydrologische Modelle

Bei der Einbindung von **Radardaten und Klimamodellen** (Niederschlagsvorhersage) konnte durch eine gemeinsame Kooperation der meisten Nord-Rhein-Westfälischen Wasserwirtschaftsverbände mit dem deutschen Wetterdienst ein bedeutender Schritt gemacht werden.

10.2 Umsetzung

Für die Auswertung von Zeitreihen und dem daraus folgenden Einleiten von Reaktionen bedingt **zuverlässige und plausible Werte**. Hierbei spielen redundante Übertragungswege (im Falle, dass ein System ausfällt) und gesicherte Server zur Bereitstellung und Auswertungsmöglichkeiten (siehe **Kapitel 4**) zur **schnellen Kontrolle** der eingehenden Daten eine zentrale Rolle. Die notwendigen Softwaretools müssen teilweise aus dem Bestand implementiert, weiterentwickelt oder auch völlig neu erstellt werden. Dabei wollen die oben genannten Wasserwirtschaftsverbände in den Bereichen, wo Synergien nutzbar sind, eng zusammenarbeiten. Der Wupperverband kann z.B. sein SensorWeb System einbringen, während die Erfahrungen und Tools zu Online-Berechnungen bei Ertfverband und Emschergenossenschaft bereits durch gemeinsame Patenschaften in der Softwareentwicklung ausgetauscht sind oder noch eingebracht werden können. Auf dem Gebiet der **Visualisierung** (siehe **Abbildung 29**) von Radar- und Niederschlagsvorhersagedaten sind gemeinsame Anstrengungen geplant, um die daraus abgeleiteten Informationen **praxistauglich** bereitzustellen.

Beispiel: DWD Radar-Niederschlagsdaten vom 27.03.2006 19:25

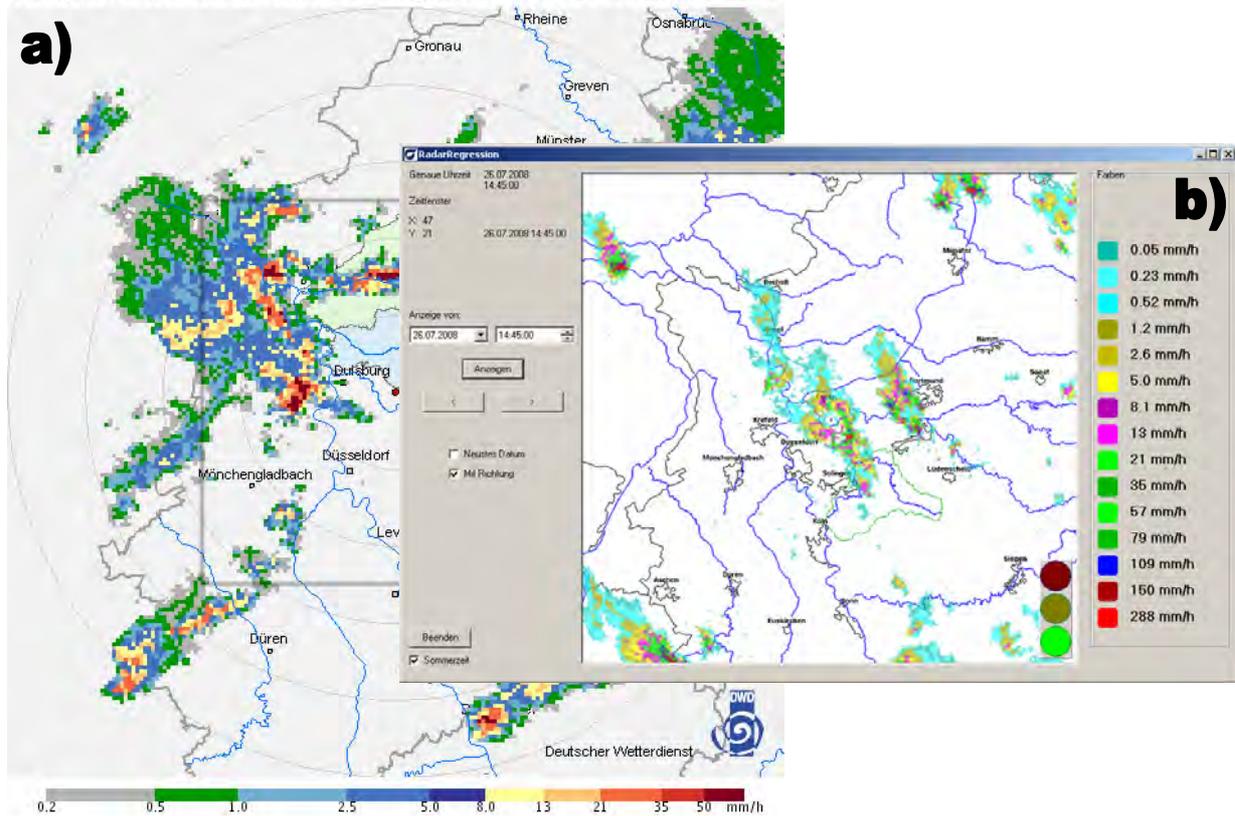


Abbildung 29: Darstellung von Radardaten bei der Emschergenossenschaft (a) aus [2] und dem Wupperverband (b)

Der erste Arbeitsschritt wird die **intensive Auswertung** von Niederschlagsdaten und Radardaten im Zusammenhang sein (siehe auch **Kapitel 4**), die Visualisierung dieser Daten inklusive der Auswertungen, um darauf aufbauend erst im nächsten Schritt - bei **gesicherter Qualität und Eignung** der Daten - eine **automatisierte Kontrolle** der eingehenden Daten (der Fachmann wird gewarnt, wenn Werte unplausibel oder unwahrscheinlich erscheinen und kann dann dementsprechend die Daten manuell überprüfen und gegebenenfalls korrigieren) umzusetzen. Hiernach kann eine Messung (Sensor) in ein Meldesystem integriert werden, um Reaktionen in Gang zu setzen. Zum Test der notwendigen Software und der Praxiseignung

sind bereits die ersten Ansätze (siehe **Abbildung 30**) zur Generierung von Warnmeldungen beim Wuppertalverband vorhanden und werden z.B. bei der Einsatzplanung zur Kontrolle von Rechen getestet.

Zur Bewertung der Situation vor Ort und der Wahl der geeigneten Reaktionen (welche Maßnahmen müssen eingeleitet werden) sind **Hochwassergefahrenkarten** (siehe **Kapitel 8**) wichtig, um die unterschiedlichen Situationen in Warnstufen einzuteilen (wie kritisch ist der zu erwartende Abfluss und der Wasserstand im Bezug auf das bezogene Risiko- und Schadenspotenzial?).

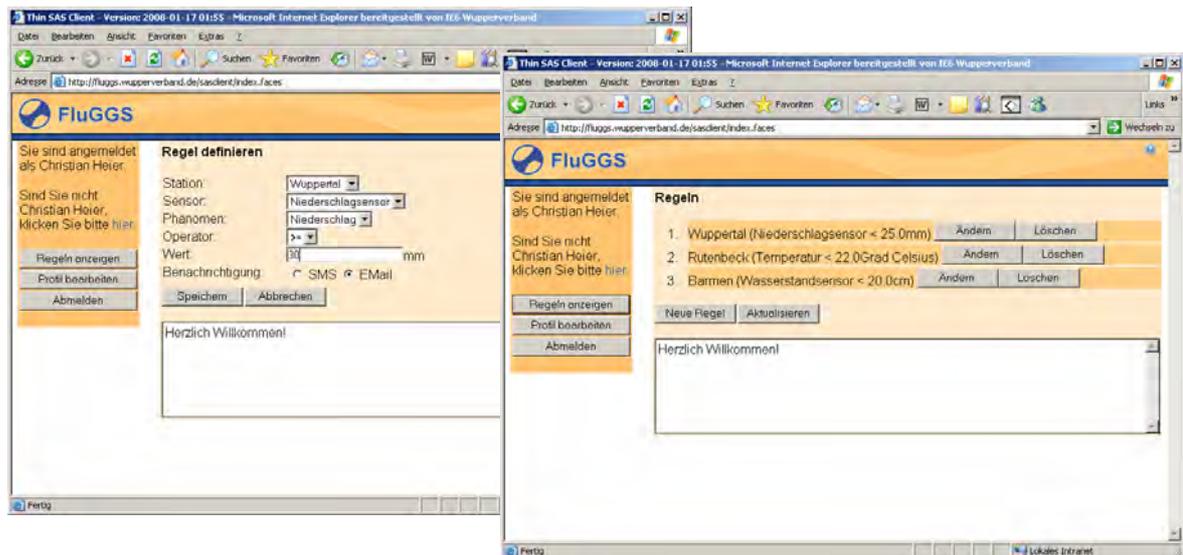


Abbildung 30: Einrichtung von regelbasierten Meldungen

Eine weitere Unterstützung zur Überprüfung der **Plausibilitäten** von Fernübertragungsdaten ist die „**optische**“ Kontrolle durch Bilder, die von der Situation vor Ort übertragen werden. Damit ist, trotz teilweiser großer Entfernung von den Zentralen, eine Einschätzung der Situation am Ort des Geschehens möglich und eine Plausibilisierung von angezeigten Messwerten (regnet es wirklich vor Ort, ist das Becken tatsächlich schon vollgefüllt?) ohne weite Wege zurücklegen zu müssen, falls gar kein Einsatz notwendig wird.

Solche Kameras sind bereits beim Wuppertalverband vorhanden (Beispiel Betriebsauslässe von Talsperren, siehe **Abbildung 31**) sind jedoch noch nicht zentral abrufbar. In einem ersten Test (**Abbildung 32**), wird deswegen auf die **Internettechnik** zurückgegriffen um durch die Vernetzung einen zentralen Zugriff auf alle Kameras für jeden Berechtigten zu ermöglichen und nicht mehr nur durch die Arbeitsstation vor Ort.



Abbildung 31: Kamerablick auf einen Betriebsauslass

Diese Kameras sollen für Plausibilitätsanalysen der gemessenen Daten, genauso wie für betriebliche Routinebelange genutzt werden. So können auch **personal- und zeitaufwändige** Kontrollfahrten verringert werden.

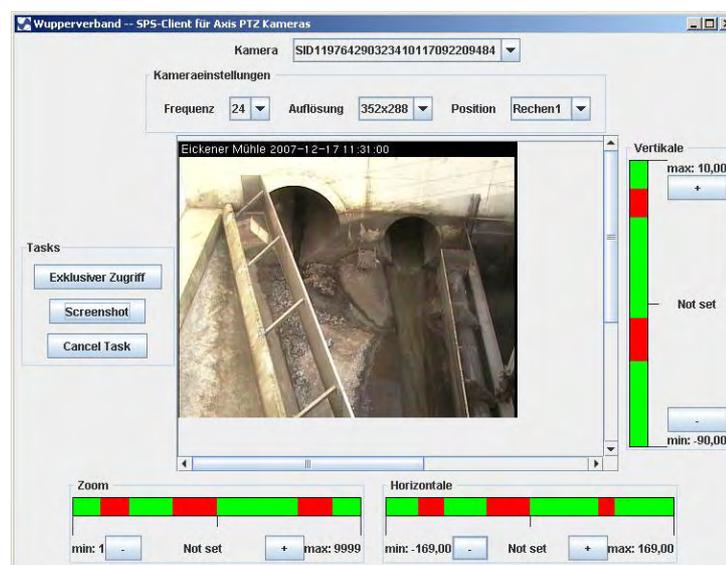


Abbildung 32: Beispielhafte Darstellung eines webbasierten Zugriffs auf Kameras

10.3 Literatur

- [1] Hochwasservorhersage- und Informationssystem (HOWIS) für das Erftinzugsgebiet, März 2008. Bergheim. Erftverband.
- [2] <http://www.eglv.de/niederschlag/orientierungshilfe.php#2>, abgerufen August 2008. Essen. Emschergenossenschaft.

Anlage 1: Hochwasserschutzkonzept

Arbeitspaket

Arbeitsschritt

Ziel

Ergebnis

Historische Recherchen,
Prioritätenliste

Zeitreihenanalyse (grobe Übersicht)

Eingrenzen von historischen Ereignissen

potenzielle Hochwasserereignisse

Abfrage bei:

- Feuerwehr, THW
- Medien, Versicherungen, Anwohner
- UWB, TÖB, GU

- Plausibilität der Aufzeichnungen
- Abgleich mit bisheriger Prioritätenliste (Schäden, HRB, ÜSG)
- Ausmaß der Schäden
- Spätere Validierung von Modellergebnissen

Abarbeitungsliste in zeitlicher Reihenfolge für Untersuchungen (Dokumentation/Begründung der Prioritäten)

Gewässerbegehung

Aufnahme von:

- Profilen (idealisiert & repräsentativ)
- Querbauwerken (Photo, Typ, Querschnitt)
- Bauwerken (Stauanlagen wie z.B. Teiche)
- Einleitungen (Kanalinetz)
- Einmündungen (Gewässernetz)

- Überprüfung des Gewässernetzes
- Überprüfung Schnittpunkt/Verbindung Kanalnetz & Gewässer
- Beurteilung der Retentionswirkungen durch Bauwerke
- Abschätzung der Leistungsfähigkeit der offenen und verrohrten Bereiche (auch Zustandskontrolle)

Datenbank und GIS-Darstellung des Gewässernetzes und der zugehörigen Bauwerke

Vereinfachte Berechnung von Gefahrenschwerpunkten

Aufstellung Digitales Höhenmodell mit Laserscandaten und Begehungsinformationen

Berechnungsnetz mit Abbildung der Leistungsfähigkeit der offenen und verrohrten Gewässerbereiche

Vereinfachte Berechnung von Fließwegen und Ausuferungsflächen mittels Spenden

Verschneidung mit Nutzungsartenkarte (Siedlungsflächen, Gewerbe, Industrie, landwirtschaftliche Nutzung...)

- Ermittlung der überfluteten Bereiche mit Schadenspotential
- Überprüfung/Ergänzung der vorher angenommenen Prioritäten

Karte mit den sensiblen Bereichen mit hohem Schadenspotential und dem Bedarf an detaillierten Untersuchungen

Terrestrische Vermessung

Vermessung der sensiblen Bereiche mittels terrestrischer Vermessung bzw. Befahrung der verrohrten Bereiche

- Genaue Aufnahme der Leistungsfähigkeit der Gewässer
- Zustandsüberprüfung der Verrohrungen

Querprofile der offenen und verrohrten Bereiche und der Querbauwerke (Hydraulikdatensatz)

