

Methode zur Bewertung der Abfluss- und Rückhalteräume in Niederösterreich

Natascha Korecky, Susanne Haidinger, Matthias Haselbauer, Georg Fröschl

Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit der niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Wasserwirtschaft, wurde eine Methodik zur einheitlichen Kategorisierung und Bewertung von Hochwasserabflussräumen an niederösterreichischen Flüssen auf Basis von 2D-Modellen entwickelt.

Nach festgelegten Parametern sind die entlang eines Flusses zu bewertenden Überflutungsräume abzugrenzen. Untersucht werden drei grundsätzliche Wirkungen der Überflutungsräume: Hochwasser-Spitzenreduktion, Wellenlaufzeit und Abflusswirkung.

Die unterschiedlichen Wirkungen werden für die folgenden sechs Abflussszenarien HQ1, HQ5, HQ10, HQ30, HQ100 und HQ300 untersucht.

Im Rahmen von Vergleichsberechnungen werden die Ergebnisse von jeweils 2 Modellen eines betrachteten Gewässers bei gleichem Abflussszenario verglichen - vom Bestandsmodell und von einem Flussschlauchmodell. Ein Flussschlauchmodell stellt dabei einen theoretischen Extremfall dar, bei dem die hydraulische Wirkung aller Vorländer deaktiviert wurde. Durch einen Vergleich der Ergebnisse der beiden Modelle wird zunächst die Wirkung des gesamten Gewässerabschnitts auf die Hochwasserwelle ermittelt.

Nachfolgend wird die Wirkung der einzelnen Überflutungsräume entlang des Gewässers über die für den Hochwasserrückhalt maßgeblichen Parameter wie beispielsweise Wasservolumen, Fließtiefe, Fließgeschwindigkeiten, etc. im Überflutungsraum bestimmt und in Relation zur Gesamtwirkung gesetzt.

Zur übersichtlichen Darstellung der Ergebnisse werden die Überflutungsräume für alle drei untersuchten Wirkungen kategorisiert.

Die Einstufung erfolgt anhand von Schwellenwerten in vier Kategorien (1 - geringe Wirkung bis 4 – hohe Wirkung). Die Schwellenwerte wurden vorab auf Grundlage einer statistischen Auswertung von 780 Datensätzen festgelegt.

Als Basis für Flächenvorsorgemaßnahmen und Planungen werden die Überflutungsräume anhand ihrer Wirkung auf die Spitzenreduktion abschließend in „Sehr bedeutende“, „Bedeutende“ und „Gering bedeutende“ Überflutungsräume eingeteilt. Als an die österreichische Rechtsprechung angelehntes Beurteilungskriterium dient dabei die in den flussab gelegenen Siedlungsgebieten bei Ausschaltung des jeweiligen Überflutungsraumes entstehende Wasserspiegelerhöhung. Der Grenzwert zwischen „Sehr bedeutenden“ und „Bedeutenden“ Überflutungsräumen ist hierbei mit 1 cm festgelegt.

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die zahlreichen Hochwässer der vergangenen Jahre und die beträchtlichen Schäden, die diese verursacht haben, führen immer wieder zu der Frage, wie mit den natürlichen Überflutungsflächen entlang von Fließgewässern umzugehen ist und wie die Entwicklung von Siedlungsräu-

men und der passive Hochwasserschutz in Einklang zu bringen sind. Eine wesentliche Information zur fachlichen Auseinandersetzung mit dieser Fragestellung ist die Kenntnis der Wirksamkeit vorhandener Überflutungsflächen.

Aufbauend auf den Grundlagen (2D-Modell) und den Ergebnissen (Überflutungsflächen) von Hochwassergefahrenkarten wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Wasserwirtschaft der Niederösterreichischen Landesregierung eine Methodik zur einheitlichen Kategorisierung und Bewertung von Hochwasserabflussräumen an niederösterreichischen Flüssen entwickelt.

Bei der Ausarbeitung der Methodik wurden folgende Ziele zu Grunde gelegt:

- Ermittlung der hydraulischen Wirkung der Überflutungsräume.
- Kategorisierung der Überflutungsräume nach ihrer hydraulischen Wirkung.
- Bearbeitung der gesamten Fließgewässerstrecke (bis Mündung) mit einer übersichtlichen und plakativen Darstellung der Ergebnisse.
- Anwendbarkeit für Ingenieurbüros mit entsprechender Fachkompetenz und mit den gängigen Software Produkten für 2D-Modellierungen.
- Weiterführende Verwendung für die Raumplanung der Bundesländer

Bisher wurde die Retentionsuntersuchung an 15 niederösterreichischen Fließgewässern durchgeführt.

2 Durchführung und Methodik

2.1 Festlegung der Überflutungsräume

Bei Hochwasserereignissen nehmen Fließgewässer einen von der umgebenden Topographie und den Abflussverhältnissen abhängigen Überschwemmungsraum ein, der üblicherweise über das eigentliche Flussbett hinausgeht. Um die unterschiedliche Bedeutung der Überschwemmungsgebiete entlang eines Fließgewässers quantifizieren zu können, müssen diese zunächst in einzelne Teilräume, nachfolgend Überflutungsräume genannt, eingeteilt werden.

Diese Festlegung der Überflutungsräume ist der erste durchzuführende Bearbeitungsschritt zur Durchführung der beschriebenen Retentionsuntersuchung. Die Abgrenzung erfolgt auf Basis der Überflutungsflächen eines 300-jährlichen Hochwasserereignisses.

Anzustreben ist eine weitgehend einheitliche Abgrenzung der Überflutungsräume. Hierfür wurden verschiedene Kriterien festgelegt, die nachfolgend angeführt sind.

Überflutungsräume enthalten entweder Freiraum oder Siedlungsraum, nie aber beides. Überflutungsräume in Siedlungsbereichen werden gesondert gekennzeichnet.

Überflutungsräume werden unter Berücksichtigung von topographischen Gegebenheiten wie Engstellen, querende Straßen etc. abgetrennt, wobei Längsinfrastrukturbauten häufig geeignete Abgrenzungen bilden.

In den einzelnen Überflutungsräumen liegen möglichst gleichmäßige hydraulische Verhältnisse vor. Als Kennwert dient insbesondere die Fließgeschwindigkeit.

Das Anspringverhalten, die Art und Weise der Vorlandüberflutung, dient als Entscheidungsgrundlage, ob linkes und rechtes Vorland als eigener Überflutungsraum ausgewiesen wird. Bei

ähnlichem Ansprungsverhalten können die beiden Vorländer in einem Überflutungsraum zusammengefasst werden.

Künstlich geschaffene Rückhalteanlagen am Gewässer werden als eigener Überflutungsraum behandelt.

Der Flussschlauch wird nicht als Überflutungsraum betrachtet, d.h. die Überflutungsräume werden vom Uferbord des Gewässers begrenzt.

Die äußeren Abgrenzungen bilden gemäß dem Untersuchungsumfang die Hochwassergefahrenflächen HQ300.

Untersucht werden drei grundsätzliche Wirkungen der Überflutungsräume:

- Wirkung auf den Hochwasserscheitel (Spitzenreduktion)
- Wirkung auf die Wellenlaufzeit
- Abflusswirkung (Anteil des Überflutungsraumes am Gesamtabfluss)

2.2 Hydraulische Berechnungen

Die unterschiedlichen Wirkungen werden für folgende sechs Abflüsse untersucht:

HQ1, HQ5, HQ10, HQ30, HQ100 und HQ300

Zunächst wird die Wirkung des gesamten Gewässerabschnittes auf die Hochwasserwelle ermittelt. Dies erfolgt durch instationäre Vergleichsberechnungen im 2D-Modell, wobei zwei Modellzustände verglichen werden:

- Bestandsmodell: Modell mit den Bestandsverhältnissen
- Flussschlauchmodell: Modell mit Ausschaltung aller Vorländer (theoretischer Extremfall)

Der Vergleich der Wellen der beiden Berechnungsmodelle liefert als Ergebnis die durch die Gesamtheit der Überflutungsräume verursachte Abminderung der Hochwasserscheitel. Diese errechnet sich als Differenz zwischen den Spitzen jeweils am Ende des Flussschlauchmodells und des Bestandsmodells bezogen auf die Spitze der Eingangswelle.

Des Weiteren wird die durch die Gesamtheit der Überflutungsräume verursachte Verzögerung der Wellenlaufzeiten ermittelt. Errechnet wird diese als Differenz zwischen der Laufzeit im Flussschlauchmodell und der Laufzeit im Bestandsmodell.

Die Wirkung der einzelnen Überflutungsräume entlang des Gewässers wird über die für den Hochwasserrückhalt maßgeblichen Parameter wie beispielsweise Wasservolumen und Fließtiefe im Überflutungsraum, Differenz der Fließgeschwindigkeiten zwischen Flussschlauch und Überflutungsraum, etc. bestimmt.

Durch die Berechnung der sechs Abflussszenarien werden neben dem unterschiedlichen Ansprungsverhalten der Überflutungsräume auch die differenten Eigenschaften bei veränderten Abflüssen gut abgebildet.

Durch die Durchführung separater stationärer Rechenläufe werden die Bewertungsparameter unter gleichen Voraussetzungen für alle Überflutungsräume gewonnen.

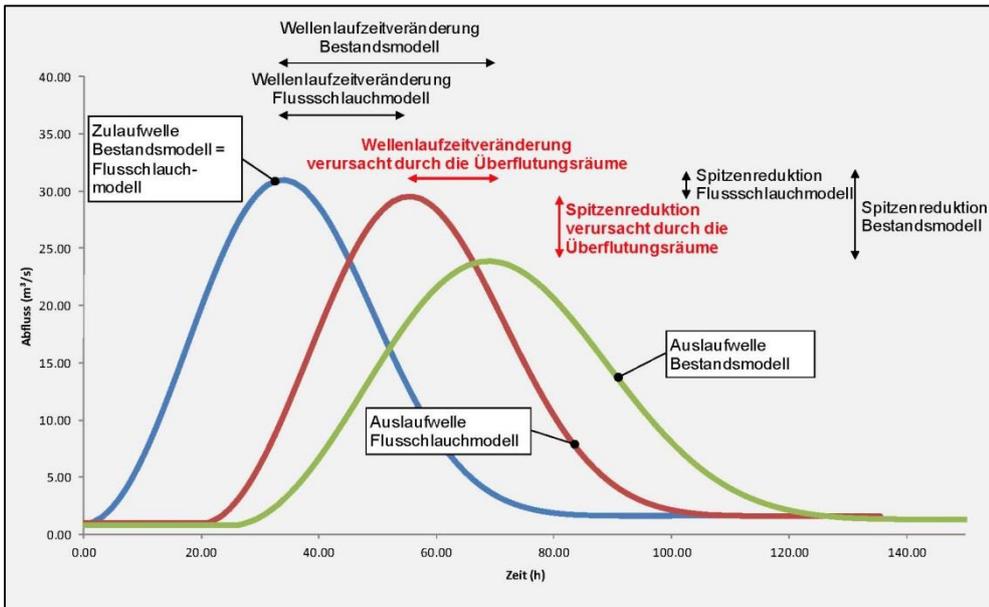


Abb. 1 Gesamtwirkung der Überflutungsräume im Gewässerabschnitt auf die Hochwasserwelle, ermittelt anhand von Spitzenreduktion und Wellenlaufzeitveränderung

Aus den gewonnenen Parametern werden für jeden Überflutungsraum und für jeden Untersuchungsabfluss Kennwerte für die **Spitzenreduktion** und die **Wellenlaufzeitveränderung** ermittelt.

Die Spitzenreduktion wird dabei in Prozent zur Abflussspitze der Eingangswelle ausgegeben, die Wellenlaufzeitveränderung als absolute Zeiteinheit und die Abflusswirkung in Prozent zum Gesamtabfluss an einem für den Überflutungsraum repräsentativen Querschnitt.

Bei der Beurteilung der **Abflusswirkung** wird der Abfluss im Überflutungsraum dem Gesamtabfluss gegenüber gestellt. Auf Grundlage des Anteils des Abflusses, der im Überflutungsraum bei einem Hochwasserereignis fließt, wird die Abflusswirkung beurteilt und kategorisiert.

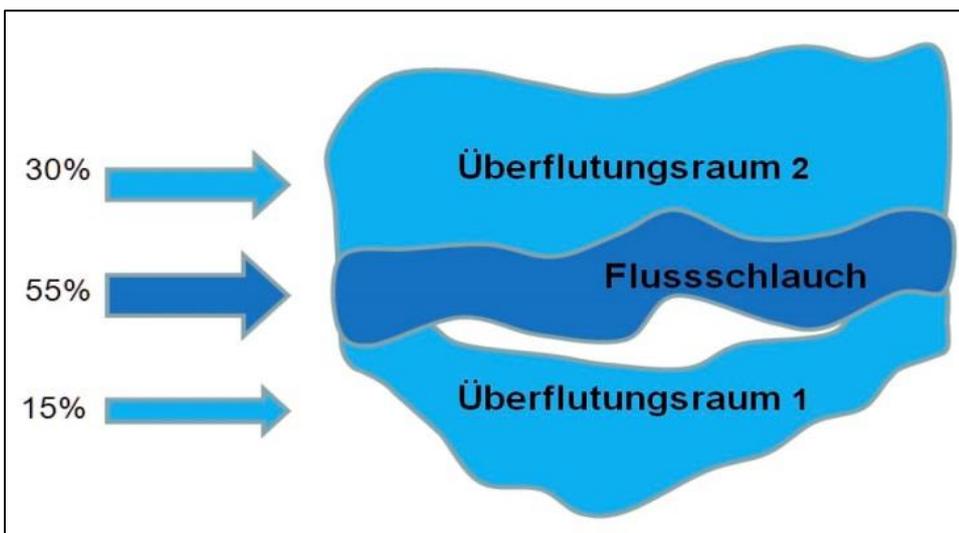


Abb. 2 Schematische Darstellung der Abflussaufteilung als Basis der Kategorisierung

3 Auswertung und Ergebnisdarstellung

Nach Durchführung und Auswertung der hydraulischen Berechnungen werden die Überflutungsräume kategorisiert und bewertet.

3.1 Kategorisierung der Überflutungsräume

Die Überflutungsräume werden auf Basis der zuvor ermittelten Kennwerte für Spitzenreduktion (SR), Wellenlaufzeitwirkung (WZ) und Abflusswirkung (AW) für jeden betrachteten Abfluss kategorisiert.

Die Einstufung erfolgt anhand von Schwellenwerten in vier Kategorien (1 - geringe Wirkung bis 4 – hohe Wirkung). Die Schwellenwerte wurden vorab auf Grundlage einer statistischen Auswertung von 780 Datensätzen festgelegt.

Die statistische Auswertung der Datensätze ergab eine näherungsweise logarithmische Normalverteilung der ermittelten Kennwerte für Spitzenreduktion und Wellenlaufzeitveränderung. Die Schwellenwerte wurden so gesetzt, dass eine möglichst breite Streuung über alle vier Kategorien erhalten wurde.

Maßgebend ist die jeweils höchste Wirkung aller betrachteten Abflüsse.

Überflutungsraum 14					
SR	HQ1	WZ	HQ1	AW	HQ1
	HQ5		HQ5		HQ5
	HQ10		HQ10		HQ10
	HQ30		HQ30		HQ30
	HQ100		HQ100		HQ100
3		2		2	

Abb. 3 Beispiel für die Kategorisierung eines Überflutungsraumes; Spitzenreduktion (SR), Wellenlaufzeitwirkung (WZ) und Abflusswirkung (AW)

3.2 Bewertung der Überflutungsräume

Die Bewertung der Überflutungsräume erfolgt auf Basis der Spitzenreduktion, da diese im Gegensatz zur Wellenlaufzeit beziehungsweise zur Abflusswirkung als uneingeschränkt positiv im Sinne des Hochwasserschutzes anzusehen ist. Als an die österreichische Rechtsprechung angelehntes Beurteilungskriterium dient dabei die in den flussab gelegenen Siedlungsgebieten bei Ausschaltung des jeweiligen Überflutungsraumes entstehende Wasserspiegelerhöhung. Der Grenzwert zwischen „Sehr bedeutenden“ und „Bedeutenden“ Überflutungsräumen ist hierbei mit 1 cm festgelegt.

Die Wasserspiegelerhöhung wird dabei am pessimalen Profil entlang eines Siedlungsraumes betrachtet. Dies erfolgt nur bei jenen Jährlichkeiten, bei denen die Bordkapazität des Gewässers überschritten wird und es tatsächlich zu Flutungen der Siedlungsräume kommt. Lediglich bei Siedlungsräumen mit Hochwasserschutzmaßnahmen erfolgt die Auswertung auch unterhalb der Bordkapazität, da hier der Freibord im Fall einer Ausschaltung des Retentionsraumes reduziert wird.

Die Bewertung erfolgt in drei Einstufungen:

1. Sehr bedeutender Überflutungsraum (Kennfarbe rot)

Der Verlust dieses Überflutungsraumes allein verursacht in einem der flussab gelegenen Siedlungsräume eine Wasserspiegelerhöhung von 1 cm.

2. Bedeutender Überflutungsraum (Kennfarbe gelb)

Retentionsräume, die für sich alleine keine Wasserspiegelerhöhung um mindestens 1 cm verursachen, aber in einer Summenwirkung mit anderen Retentionsräumen.

3. Gering bedeutender Überflutungsraum (Kennfarbe grün)

Der Überflutungsraum besitzt eine Wirkung unterhalb einer zuvor ermittelten Bagatellgrenze. Der Verlust aller gering bedeutender Überflutungsräume entlang des Gewässers bewirkt in Summe keine Wasserspiegelerhöhung von 1 cm in einem beliebigen Siedlungsgebiet.

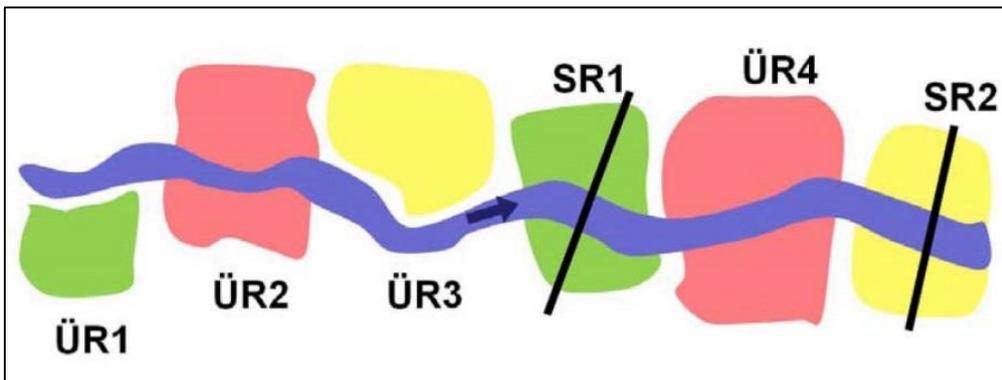


Abb. 4 Schematische Darstellung der Überflutungsräume (ÜR) und Siedlungsräume (SR) entlang eines Gewässers. Sehr bedeutende Überflutungsräume (rot) verursachen bei Ausschaltung eine Wasserspiegelerhöhung von mehr als 1 cm in einem der flussab gelegenen Siedlungsräume (Überprüfung am pessimalen Profil). Gering bedeutende Überflutungsräume (grün) bewirken auch in Summe keine Wasserspiegelerhöhung größer als 1 cm in den Siedlungsräumen. Der verbleibende Rest sind bedeutende Überflutungsräume (gelb). Die Siedlungsräume werden ebenfalls bewertet und sind daher farblich belegt.

3.2.1 Ermittlung des Differenzabflusses ΔQ , der 1 cm Wasserspiegelerhöhung verursacht

Mit diesem Verfahren wird ermittelt, wie weit der Abfluss ansteigen muss, um im Siedlungsraum eine Wasserspiegelerhöhung von mindestens 1 cm zu bewirken. Diese Information wird für jeden Siedlungsraum und für jede Jährlichkeit, bei der es im Siedlungsraum zu Ausuferungen kommt, ermittelt.

Die berechneten Differenzabflüsse ΔQ je Siedlungsraum werden den errechneten Spitzenreduktionen der flussauf gelegenen Überflutungsräume gegenübergestellt.

Die Auswertung des für eine Wasserspiegelerhöhung erforderlichen Durchflusses erfolgt für alle Retentionsräume und alle 6 Jährlichkeiten.

Im Folgenden ist die Vorgehensweise zur Ermittlung der Differenzabflüsse vereinfacht angeführt:

1. Ermittlung der Durchflüsse aller 6 betrachteten Jährlichkeiten in jedem Siedlungsraum anhand des hydrologischen Längenschnitts

2. Durchführung einer hydraulischen Berechnung mit langsam und stetig ansteigendem Durchfluss bis HQ300, wobei die Zugabe zur Gänze am Modellbeginn erfolgt.
3. Auswertung der hydraulischen Berechnung: Auslesen des berechneten Wasserspiegels zu jedem der zuvor ermittelten Durchflüsse (Q1) in jedem Siedlungsraum.
4. Rückrechnung des Durchflusses (Q2) bei einer Wasserspiegelerhöhung um 1 cm
 $\rightarrow Q1 - Q2 = \Delta Q =$ jene Erhöhung des Durchflusses die notwendig ist, um in dem Siedlungsraum eine Erhöhung des Wasserspiegels um 1 cm zu erzielen
5. Die Bewertung der Überflutungsräume erfolgt durch Vergleich der errechneten Spitzenreduktionen mit den ΔQ -Werten der flussab gelegenen Siedlungsräume.

3.2.2 Festlegung der Bagatellgrenze

Die Bagatellgrenze ist definiert als Prozentsatz der minimalen, flussab des jeweiligen Überflutungsraums ermittelten Durchflussdifferenzen ΔQ , welche 1 cm Wasserspiegelerhöhung in einem beliebigen (flussab liegenden) Siedlungsraum und einer beliebigen Jährlichkeit hervorrufen. Die Bagatellgrenze wird auf Basis der ermittelten Differenzabflüsse ΔQ (Kapitel 3.2.1) festgelegt.

Die Bagatellgrenze wird für jeden Überflutungsraum ermittelt und ist somit entlang eines betrachteten Fließgewässers variabel. Der Prozentsatz wird für jedes Fließgewässer gesondert ermittelt. Es ist der maximal mögliche Prozentsatz heranzuziehen, sodass die Summe der sich ergebenden „gering bedeutenden Überflutungsräume“ keine Wasserspiegelerhöhung um 1 cm in einem flussab liegenden Siedlungsraum hervorruft. Die Höhe des Prozentsatzes ist mit maximal 25 % begrenzt.

3.3 Graphische Aufbereitung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Retentionsuntersuchung, die Kategorisierung und die Bewertung, werden in einer übersichtlichen Plandarstellung aufbereitet, die auch für fachfremde Personen bzw. Gemeinden lesbar ist.

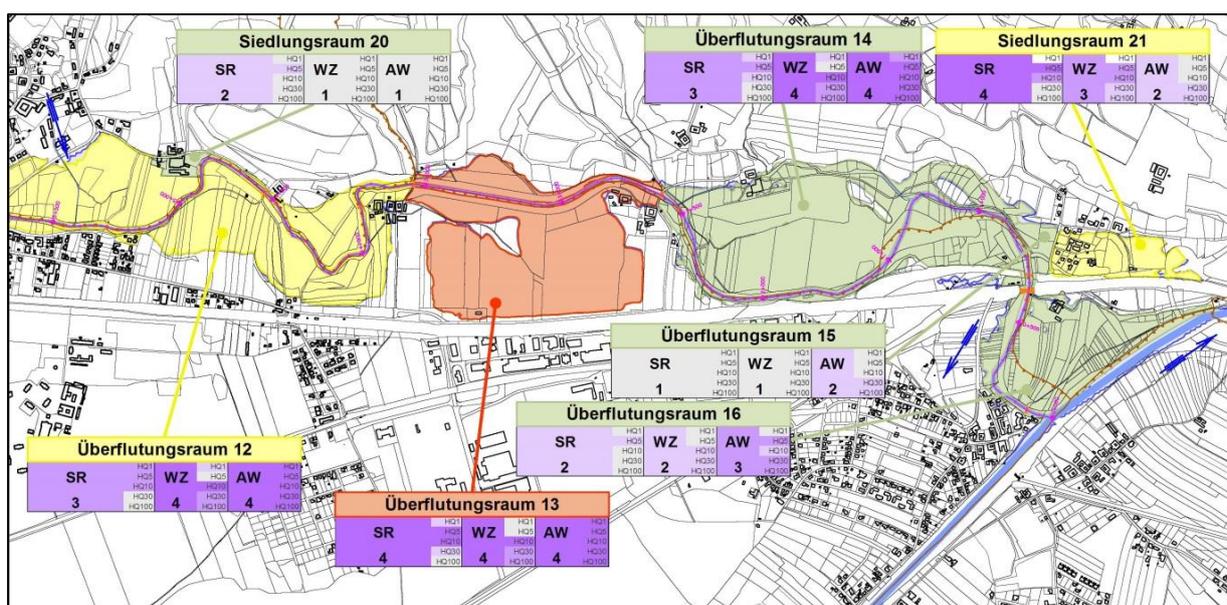


Abb. 5 Beispiel für eine Ergebnisdarstellung der Retentionsuntersuchung mit farblicher Kennzeichnung der Überflutungsräume und Angabe der Kategorisierung für Spitzenreduktion (SR), Wellenlaufzeit (WZ) und Abflusswirkung (AW)

4 Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit der Abteilung Wasserwirtschaft der Niederösterreichischen Landesregierung wurde eine Methodik zur einheitlichen Kategorisierung und Bewertung von Hochwasserabflussräumen an niederösterreichischen Flüssen auf Basis von 2D-Modellen entwickelt.

Die Methodik ermöglicht die Überflutungsräume anhand ihrer Wirkung auf die Spitzenreduktion abschließend in „Sehr bedeutende“, „Bedeutende“ und „Gering bedeutende“ Überflutungsräume einzuteilen. Als an die österreichische Rechtsprechung angelehntes Beurteilungskriterium dient dabei die in den flussab gelegenen Siedlungsgebieten bei Ausschaltung des jeweiligen Überflutungsraumes entstehende Wasserspiegelerhöhung.

Die Wertung der Überflutungsräume kann zukünftig als Grundlage für effiziente Planungen und Flächenvorsorgemaßnahmen dienen.

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Dr. Natascha Korecky
Werner Consult ZT GmbH, Abteilung Wasserbau
Leithastraße 10, A-1200 Wien
n.korecky@wernerconsult.at

Dipl.-Ing. Georg Fröschl
Werner Consult ZT GmbH, Abteilung Wasserbau
Leithastraße 10, A-1200 Wien
g.froeschl@wernerconsult.at

Dipl.-Ing. Susanne Haidinger
Werner Consult ZT GmbH, Abteilung Wasserbau
Leithastraße 10, A-1200 Wien
s.haidinger@wernerconsult.at

Dr.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing. Matthias Haselbauer
Werner Consult ZT GmbH, Abteilung Wasserbau
Kistlerhofstraße 168, D-81379 München
m.haselbauer@wernerconsult.at