

**DER ALPENRHEIN –
VERSUCH EINER NACHHALTIGEN ENTWICKLUNG FÜR DEN GRÖSSTEN
ALPINEN WILDFLUSS
RIVER ALPINE RHINE
AN ATTEMPT FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE LARGEST
ALPINE MONTANE RIVER**

Wolfgang Stalzer¹

ZUSAMMENFASSUNG

Der Charakter des Alpenrheins mit seinem alpinen Einzugsgebiet, seinen Gefällsverhältnissen, seiner Wasserführung und der Schwankungsbreite der Abflüsse prägt diesen als größten alpinen Wildfluss. In den geologischen Zeiträumen hat der Gebirgsabtrag und die folgende Sedimentation zur Ausbildung eines breiten Talbodens zwischen Buchs und der Mündung in den Bodensee geführt. Die Regulierungsmaßnahmen wie zwei Durchstiche, eine Laufverkürzung und Eindämmungen haben eine sehr intensive Nutzung dieser Region ermöglicht. Die Forderung nach Anhebung des Schutzzieles von HQ100 auf HQ300 ist in Anbetracht des enormen Schadenspotentials verständlich, aber auch ein Abbau der mit der seinerzeitigen Regulierung und der Wasserkraftnutzung verbundenen Landschafts- und Ökologiedefizite ist ein Gebot unserer Zeit. Die höhenmäßige Sohlfixierung mit der Mündung in den Bodensee in Verbindung mit dem Geschiebeanfall von rd. 2,5 Mio. m³ pro Jahr erfordert zufolge der Verlandung eine Laufverlängerung in den See bzw. ein Geschiebemanagement mit entsprechenden Sedimentationsräumen. Während mit dem Entwicklungskonzept Alpenrhein ein integraler Planungsansatz für die Gestaltung bzw. Nutzung dieses Raumes und seiner Tallandschaft und damit aus heutiger Sicht nachhaltiger Lösungsansatz vorliegt, bedingt der Geschiebeeintrag langfristig massive Vorkehrungen in der Raumplanung sowie im Hochwasserschutz und damit einen ständigen Handlungsbedarf, um das Ungleichgewicht im Gewässersystem aus zu gleichen.

Keywords: Alpenrhein, nachhaltige Entwicklung des Flussraumes

ABSTRACT

Due to the alpine catchment, the range of discharges and the bed slope the river Alpine Rhine has a typical montane character. The river has a broad valley and after regulation measures an intensive settlement and land use was possible in that area. Due to a high risk of damage the call for expanded protection measures against extreme events came up.

Keywords: River Alpine Rhine, sustainable development of the river basin

¹ Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Stalzer, SC i. R., Wien

DER RAHMEN

Das Einzugsgebiet des Alpenrheins, der heute zwischen Hard und Fußach in den Bodensee mündet, wird hydrologisch in 4 Teilgebiete unterteilt:

- In ein südwestliches Gebiet von 1.514 km² mit dem Vorderrhein als Hauptgewässer
- In ein südöstliches Gebiet von 1.693 km² mit dem Hinterrhein als Hauptvorfluter
- In ein Zwischengebiet von Reichenau bis Bad Ragaz mit 1.248 km², welches von der Landquart der Plessur und der Tamina geprägt ist
- In ein nördliches Gebiet von 1.668 km² mit der Ill als bestimmendes Gewässer.

Die Quellregionen des Vorder- und Hinterrheins in Graubünden mit einem Ausläufer nach Italien bis zu deren Vereinigung zum Alpenrhein in Reichenau können als klassischer Wildbachbereich definiert werden. Bemerkenswert ist hier die hochalpine, teilweise vergletscherte Region mit einer bedeutenden Wasserkraftnutzung, primär über Speicherkraftwerke. Ab dem Zusammenfluss von Vorder- und Hinterrhein und den damit folgenden Alpenrhein bei km 0 folgt bis zum Bodensee eine Fließstrecke von 90 km, die mit ihrem vorherrschenden Gefällsverhältnissen zwischen 2,4 ‰ und 1,0 ‰ und Fließgeschwindigkeiten im Hochwasserfalle von bis zu 5 m/s durch einen Wildflusscharakter geprägt ist. Charakteristisch sind auch die hydrologischen Kennwerte mit dem alpinen Gebietsniederschlag von 1.484 mm/a und Abflusshöhen von 11.029 mm bzw. 76 %. Gemäß Hydrografischem Jahrbuch für Österreich, 2004, ergaben sich für die Reihe 1971 bis 2004 folgende Jahresabflusswerte:

- NQT 41 m³/s
- MQ 232 m³/s
- HHQ 2.800 m³/s

Gefälle, Abflusscharakteristik und Geologie bedingen gleichzeitig massive Erosionsvorgänge, die heute an der Mündung mit einer Jahresfracht von rd. 2,5 bis 3,0 Mio. m³ Schwebstoffen und etwa 40.000 m³ Geschiebe zu Buche schlagen. Die Wechselbeziehung von Erosion und Sedimentation war entscheidend für die Ausbildung des Alpenrheintales. Das Sedimentationsverhalten ab dem Bereich von Diepoldsau bedingte eine Sohlhebung mit periodischen Flussverwerfungen, Verfrachtungen in das Umland sowie einen entsprechenden Mündungsvorschub in den Bodensee. Die in geologischen Zeitspannen so gebildeten Talniederungen bildeten gleichzeitig die Grundlage für die Besiedelung und deren wirtschaftlicher Nutzung. Allerdings war insbesondere die Region unterhalb der Illmündung stets durch Hochwässer mit einem weitflächigen Abfluss über die Talebene geprägt. Diese Hochwässer selbst, Flussverwerfungen und die verbleibenden Schlamm- und Kiesablagerungen haben die Bevölkerung Jahrhunderte lang schwerstens bedroht und immer wieder



Abb1: Besiedlung des Alpenrheintales
Fig1: Settlement in the Alpine Rhine Valley

zu katastrophalen Folgen geführt. War die Nutzung dieser Talböden zunächst primär einer intensiveren Landwirtschaft vorbehalten, so folgte mit dem Übergang in das Industriezeitalter ein Wechsel in höherwertige Nutzungen mit einer entsprechenden Wirtschaftsgrundlage über Gewerbe, Industrie, Tourismus, Freizeit und so fort. Dementsprechend leben heute im Einzugsgebiet des Alpenrheins über 500.000 Menschen, einer Region, die einen blühenden Wirtschaftsstandort darstellt und ein hohes Potenzial für attraktive Freizeit und Naherholung sowie artenreiche Lebensräume bietet (Abb. 1). Der prosperierende Lebens- und Wirtschaftsraum vor allem im unteren Rheintal birgt andererseits aber auch ein hohes Schadenspotenzial in sich, das im Falle von Katastrophenergebnissen bzw. einem Überschreiten des Bemessungshochwassers ($3.100 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend einem HQ100) je nach Flutungsszenario bis zu 3 Mrd. € beträgt.

DAS „GLEICHGEWICHT“

Im flussbaulichen Sinne wird für unsere Gewässer in der gegebenen Kulturlandschaft eine stabile Sohlenlage angestrebt. Mit dem damit verbundenen konstanten Geschiebehaushalt spricht man von einem „dynamischen“ Gleichgewichtszustand des Gewässers. Der Alpenrhein mit dem eingangs beschriebenen Erosions- bzw. Sedimentationsverhalten zeigte keinesfalls den zitierten Zustand und erforderte massive anthropogene Eingriffe (Regulierungen), um die Sohlhebungen sowie die



Abb2: Vorstreckung der Mündung (Bodensee)
Fig2: Mouth of river Rhine (Bodensee)

die damit verbundenen Verheerungen hintan zu halten. In einem bilateralen Staatsvertrag wurde daher vor mehr als 110 Jahren eine Regulierung des Rheins zwischen der Illmündung und dem Bodensee auf der so genannten internationalen Strecke beschlossen. Primäres Ziel der gemeinsam getragenen Maßnahmen bildete der Hochwasserschutz bis zu einem definierten Abfluss von $3.100 \text{ m}^3/\text{s}$. Mittels der Durchstiche bei Diepoldsau und Fußach wurde der Lauf der hier vertraglich geregelten Strecke um 10 km verkürzt und eine Gefällserhöhung auf 1 ‰ sichergestellt. Zu Vermeidung weiterer Geschiebeablagerungen wurde der Transportkapazität des neuen Rheinprofils durch die Ausbildung eines Doppelprofils mit so genannten „Mittelgerinneuhren“ Rechnung getragen. Häufige Hochwässer mit entsprechendem Geschiebetrieb sollten innerhalb des Mittelgerinnes abgeführt und damit eine übermäßige Verlandung der Vorländer verhindert werden. Bereits bei der laufenden Umsetzung dieses 1. Staatsvertrages aus dem Jahre 1892, der nicht nur die zitierten Durchstiche sondern auch entsprechende Maßnahmen zur Binnengewässerausleitung und zum Geschieberückhalt im Einzugsgebiet regelte, wurde die Notwendigkeit einer Vertragsergänzung deutlich. Aufgrund der zunehmenden Verlandung der Fussacher-, Harder- und Bregenzerbucht wurde 1924 ein weiterer Staatsvertrag abgeschlossen, der neben der Fortführung der Regulierungsarbeiten auch die Vorstreckung der Regulierungsbauwerke auf dem Schuttkegel (Halde) im Bodensee vorsah. Mit letzterer Maßnahme sollte die Geschiebe- und Feststofffracht in die tieferen Seebereiche eingeleitet werden. In weiterer Folge ließen zudem die Geschiebeablagerungen im Mittelgerinne erkennen, dass die Breite mit ursprünglich 110 m zu groß gewählt worden war. Auf Basis entsprechender Untersuchungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glas-

ziologie (VAW) der eidgenössischen technischen Hochschule (ETH) Zürich wurden entsprechende Lösungsvorschläge zur Gerinnegestaltung erarbeitet, die Anlass für einen dritten und bisher letzten Staatsvertrag im Jahre 1954 waren. Festgelegt wurden damit

- eine Erhöhung der Mittelgerinnewuhre von der Illmündung bis zum Bodensee bei gleichzeitiger Einengung des Mittelgerinnes selbst;
- eine Verstärkung und Zurücksetzung der Hochwasserdämme für eine Hochwasserabflussmenge von 3.100 m³/s und
- die Weiterführung der Vorstreckung des Rheines in den Bodensee (Abb. 2).

Mit heutigem Stand ist die Umsetzung der Ziele der Staatsverträge weit fortgeschritten. Die vertraglich festgelegte Hochwassersicherheit für ein Bemessungshochwasser von 3.100 m³/s ist bei Einhaltung eines Sicherheitsfreibordes von 1 m gewährleistet. Nicht zur Gänze eingehalten werden kann dieser Sicherheitsfreibord jedoch bei zwei nicht in der Zuständigkeit der Internationalen Rheinregulierung (IRR) liegenden Brücken. Dagegen kann die Dammsicherheit zwischenzeitlich für nahezu die gesamte Strecke nachgewiesen werden und die Vorstreckung in den Bodensee befindet sich im projektierten Endstadium.

Der über die Regulierungsmaßnahmen erzielte Hochwasserschutz bildete gleichzeitig auch die Grundlage für eine außerordentlich dynamische wirtschaftliche Entwicklung dieser Region und das Rückgrat für die zwischenzeitlich stattgefundene Vervierfachung der Bevölkerungszahl seit Umsetzung der Regulierungsmaßnahmen. Die im Staatsvertrag festgelegte statische Zielvorgabe des Hochwasserschutzes mit folgender Übergabe der fertig gestellten Schutzmaßnahmen an die Vertragsstaaten ist heute allerdings nicht realisierbar. In den laufenden Sohlauflnahmen werden je nach örtlichen Randbedingungen Eintiefungen bzw. Auflandungen dokumentiert, die neuerlich „Regulierungseingriffe“ erfordern (Abb. 3). Diese Eingriffe sind unter der Maßgabe der Sohlentwicklung und damit des Geschiebehaushaltes auch auf die geänderten gesellschaftspolitischen Vorgaben auszurichten. Vordergründig sind dies das Streben nach einem höheren Hochwasserschutzgrad aber auch Aufgaben zur Verbesserung bzw. Wiederherstellung des Gewässerlebensraumes (ökologischer Zustand) sowie die Anliegen der Raumordnung, des Landschaftsschutzes und des Naturschutzes.

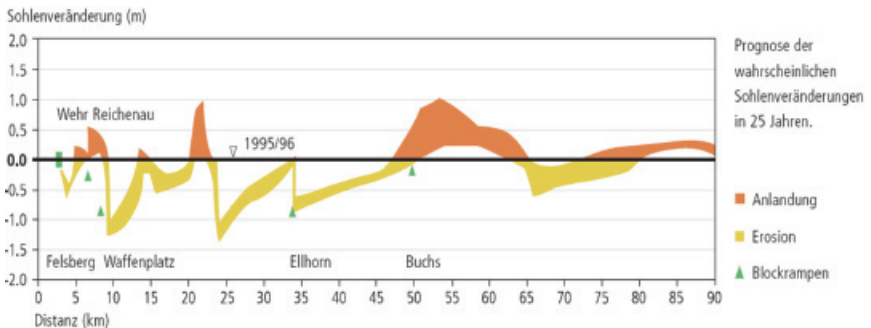


Abb3: Prognose möglicher Sohlveränderungen
Fig3: Prognosis of possible bed degradation and aggradation

DIE NACHHALTIGKEIT

Ausgehend von den drei Grundsäulen der Nachhaltigkeit ergeben sich für den Alpenrhein und sein Einzugsgebiet folgende Handlungsschwerpunkte:

- Sozialer - gesellschaftspolitischer Bereich
 - Absicherung der Lebens- und Wirtschaftsgrundlagen und notwendigen Entwicklungsmöglichkeiten
 - Verfügbarkeit über die Ressourcen (Trinkwasser, Brauchwasser, Rohstoffe etc.)
 - Schutz des Menschen und seines Lebensraumes, Erholungs- und Freizeitraumes, Tourismus
- Ökonomischer Bereich
 - Schutz und Entwicklung des Wirtschaftsraumes
 - Absicherung der Entwicklung von Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie sowie Dienstleistung
 - Sicherstellung der Infrastruktur
 - Entwicklung regionaler Wirtschaftsschwerpunkte wie Wasserkraft etc.
- Ökologiebereich
 - Lebensraum für den aquatischen und den terrestrischen Bereich
 - Gewässerschutz
 - Grundwasser
 - Raum- und Flächenverlust etc.

Die besondere Herausforderung liegt nunmehr in der Erstellung eines abgestimmten integralen Gesamtkonzeptes für die Region Alpenrhein. Eine Aufgabe, die von der gemeinsam Rheinkommission der IRR sowie von der internationalen Regierungskommission Alpenrhein (IRKA) gemeinsam bearbeitet wurde und deren Ergebnisse im Entwicklungskonzept Alpenrhein 2005 der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Neben einer generellen Entwicklungsstrategie wurde ein konkretes Maßnahmenkonzept erarbeitet, das eine vernetzte Abdeckung der drei Handlungsfelder Hochwasserschutz, Grundwasser und Gewässerökologie ermöglichen soll.

Als Maßnahmenpakete wurden folgende Lösungsansätze zusammengefasst:

- Aufweitungen und Geschiebemanagement mit Hilfe von Querschnittserweiterungen und damit Erhöhung der Abflusskapazität im Bereich der internationalen Strecke sowie einer Bettstabilisierung in Eintiefungszonen (Abb. 4);
- Vernetzung der Gewässersysteme (Anschluss der Nebengewässer) und Längsdurchgängigkeit als entsprechende Priorität im Ökologiebereich;
- Lösung der Schwallproblematik über Ausgleichsspeicher bzw. angepasste Betriebsweisen zur Wiederherstellung flusstypspezifischer Lebensräume;
- Entwicklung der Wasserkraft unter Beachtung der ökologischen Rahmenbedingungen;
- Sicherung der rheinnahen Gebiete für eine Gewässerentwicklung und einen künftigen Handlungsspielraum für Schutzmaßnahmen sowie eine mögliche Ressourcennutzung und für die Naherholung;
- Berücksichtigung eines Überlastfalles und Notentlastung in nutzungsintensivere Bereiche.

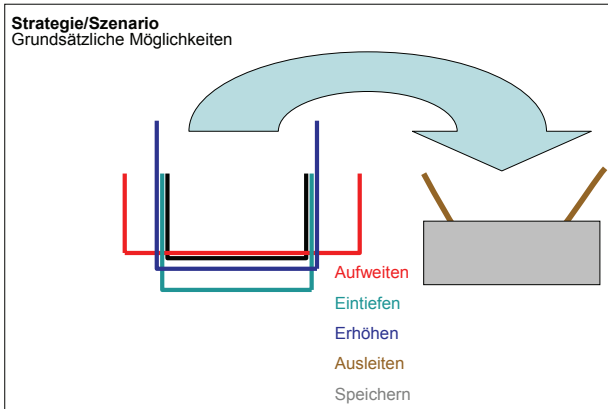


Abb4: Strategien und Szenarien

Fig4: Strategies and scenarios

REALITÄT UND VISION

Die Umsetzung des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein wird zumindest mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen und einer dynamischen Anpassung bedürfen. Alleine eine Erhöhung des Schutzzieles von derzeit $3.100 \text{ m}^3/\text{s}$ auf ein HQ300 mit einem Bemessungsabfluss $4.300 \text{ m}^3/\text{s}$ erfordert nicht nur entsprechende Planungs-, Versuchs- und Umsetzungszeiträume sondern vor allem neben der Akzeptanz seitens der Betroffenen auch die Bereitstellung der notwendigen finanziellen Mittel in Höhe von zumindest 300 bis 500 Mio. €. Verfolgt man hiezu vergleichsweise die Gewässerentwicklung der vergangenen 100 Jahre so stellt sich automatisch die Frage „Quo vadis Alpenrhein in den nächsten 100 Jahren?“. Als Kardinalpunkte derartiger Visionen sind neben den sozioökonomischen Aspekten wie der Bevölkerungsentwicklung mit einem Zuwachs um 50 % innerhalb der letzten 30 Jahre, einer Verdoppelung des Flächenbedarfs für Bauland sowie Infrastruktur und einer Verdreifachung des Energiebedarfes vor allem die naturräumlichen Vorgaben, die da lauten Geschiebe- und Schwebstoffhaushalt sowie Klimawandel, anzusehen.

Die damit heute erkennbaren Szenarien wurden anlässlich eines Workshops „Alpenrhein 2100“ im Jahre 2006 umrissen und berücksichtigten vor allem das gesellschaftlich artikuliert Schutzbedürfnis für den Lebens- und Wirtschaftsraum in Verbindung mit dem naturbedingten bzw. anthropogen beeinflussten Langzeitaspekt.

Die Querbeziehung und damit Vernetzung der hier maßgebenden Parameter kann nur beispielhaft aufgezeigt werden:

- Hochwasserschutz – Niederschlags–Abflussverhalten
 - Gefährdungspotenzial
 - Flächennutzung und -verfügbarkeit
- Hydrologie und Geschiebehaushalt – Klima
 - Erosions- und Sedimentationsverhalten
 - Flächenverfügbarkeit
 - Transportmechanismen

- Wirtschaftsraum – Infrastruktur
 - Flächenverfügbarkeit
 - Ressourcenverfügbarkeit
 - Schutz vor Naturgefahren
- Erholung und Tourismus – Wertewandel im Bedarf
 - Flächenverfügbarkeit
 - Erlebnis und Naturraum
- Landschafts- und Naturschutz – naturnahes Raumpotenzial
 - Habitatansprüche
 - aquatischer und terrestrischer Lebensraum
- Ansprüche der Gesellschaft – Sicherheit, Lebensgrundlagen
 - wirtschaftliche Entwicklung
 - Erholung – Freizeit – Gesundheit
 - Entscheidungsfreiheit – BürgerInnenbeteiligung

Mit dieser Aufzählung kann nur ein sehr beschränkter Themenkatalog gestreift werden, klar kristallisieren sich jedoch zwei Hauptmomente heraus, und zwar:

- der vorbeugende Hochwasserschutz und
- eine entsprechende Flächenverfügbarkeit bzw. Umsetzung in der Raumplanung

Der Expertenkreis des Workshops 2100 hat daher nach einer visionären Bearbeitung Lösungsansätze und zugehörige Prioritäten artikuliert. Eine Aufarbeitung der Thematik des vorbeugenden Hochwasserschutzes erfordert neben der heute aktualisierten Frage des Schutz- bzw. Ausbaugrades mit der angesprochenen Steigerung auf 4.300 m³/s kurzfristig die Ausarbeitung eines Notfallkonzeptes für den Überlastfall mit den schon diskutierten Entlastungsflächen bzw. -korridoren. Parallel dazu sind die Möglichkeiten einer Erhöhung der Abflusskapazität mit den Kernvarianten einer Betaufweitung innerhalb der Hochwasserdämme bzw. von Dammerhöhungen sowie gegebenenfalls auch Kombinationen beider hinsichtlich deren Machbarkeit und Langzeitverhalten zu untersuchen. In Zusammenhang mit dem angesprochenen Betrachtungszeitraum ist der Querbezug Geschiebehauhalt, Geschiebetransportverhalten und Sohlgefälle aufzuarbeiten. Die heute gehandhabte Verlagerung von rd. 2,5 bis 3 Mio. m³ Feststoffen in die Tiefzonen des Bodensees erfordert eine Lenkung dieses „Feststoffstromes“ auf der Halde, die so genannte Vorstreckung. Bei dem gegebenen „Höhenfixpunkt“ des Bodensee-Wasserspiegels bedingt derzeit jeder Kilometer Vorstreckung bei dem erforderlichen Gefälle eine Aufhöhung um 0,25 m. Würde die aufgelandete Halde sich so in den See weiter vorschieben wie in den vergangenen 100 Jahren, so wäre eine weitere Verlängerung um 5 Kilometer mit einer Sohlhebung bei km 90, dem Beginn der Vorstreckung, um 1,25 m erforderlich. Die so zu erwartende rückschreitende Sohlhebung bedingt gleichzeitig eine Abflussprofilverkleinerung und damit eine Kapa-

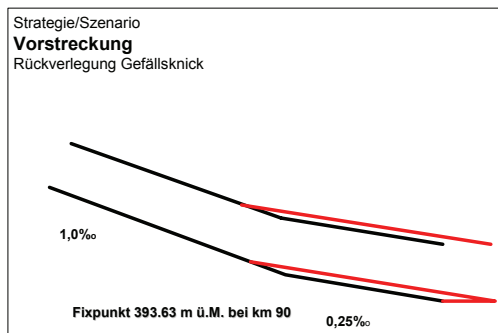


Abb5: Szenario: Rückverlegung des Gefällsknicks
Fig5: Szenario: relocation of vertical bend

zitätsminderung. Mit einer Rückverschiebung des heute bei km 90 gegebenen Gefällsknickes von 1 % auf 0,25 % um 1,50 km und gleichzeitiger Erhöhung der Vorstreckungsdämme um 1,25 m wäre hier der notwendige Ausgleich sichergestellt (Abb.: 5). Auch eine derartige Maßnahme bedeutet somit keine dauerhafte Lösung der Auflandungs- bzw. Sedimentationsproblematik. Darüber hinaus bleibt die Aufgabe einer gezielten Kiesentnahme wie sie derzeit mit rd. 40 000 m³/Jahr in der Vorstreckung erfolgt. Eine Maßnahme, die auch künftig bei diversen Profilaufweitungen mit entsprechendem Einfluss auf die Schleppkraft erforderlich sein wird. Die Dauerbelastung aus dem Gebirgsabtrag mit 2,5 bis 3 Mio. m³ jährlicher Feststofffracht stellt somit die naturräumliche Grundproblematik dar. Auf 100 Jahre bezogen entspricht dies einem Raumbedarf von 250 Mio. m³ bzw. einer Fläche von 50 km² mit einer Aufhöhung um 5 m. Dieser „Landgewinnung“ muss zwangsläufig mehrdimensional (horizontal aber auch vertikal) sowie auch aufgefächert Rechnung getragen werden. Angeboten wurde u.a. eine Auflandung bestimmter Talniederungsbereiche in Verbindung mit einer Verbreiterung des Mündungsdeltas aber auch eine Sedimentationslenkung im Sinne von Inselbildungen im Bodensee selbst. Zwangsläufig verbunden mit dieser Kernthematik sind die Frage der Flächenverfügbarkeit und der Nutzungsveränderungen sowie die Auseinandersetzungen bezüglich der gegensätzlichen Ansprüche von Siedlungsraum, Gewässer und Naturschutz. Ein Beharren auf dem IST-Zustand bedeutet in diesem Falle Rückschritt bei gleichzeitiger Gefährdungszunahme.

AUSBLICK

Im Resumée ist daher festzuhalten, dass sich für die Sohle des Alpenrheins zufolge der naturräumlichen Vorgaben kein dynamisches Gleichgewicht einstellen kann. Eine Kombination von Hochwassermanagement, Geschiebemanagement und Flächenmanagement (Raumplanung) wird stets anthropogene Eingriffe erfordern. Eine Nachhaltigkeit für den Alpenrhein im Sinne des Ausgleiches der ökonomischen, ökologischen und sozialen Komponenten in Abhängigkeit der jeweiligen gesellschaftspolitischen Ansprüche ist daher jedenfalls anzustreben und erfordert sich stets anpassende anthropogene Reaktionen.

Eine Nachhaltigkeit im Sinne einer unveränderten Ressourcenverfügbarkeit für künftige Generationen ist nicht gegeben. In diesem Sinne sind hier die Kernaussagen der Experten des Workshops Alpenrhein 2100 zu wiederholen:

- Einen absoluten Schutz vor Naturgefahren gibt es nicht
- Nicht Landschaft konservieren, sondern sich für Nutzungs- und Geländeänderungen in den nächsten 100 Jahren öffnen.

LITERATUR

- (1992) Der Alpenrhein und seine Regulierung, Internationale Rheinregulierung, 1892 – 1992; Rorschach; Buchdruck und Verlag
- (2005) Entwicklungskonzept Alpenrhein, Kurzbericht; Internationale Regierungskommission Alpenrhein und Internationale Rheinregulierung.
- Stalzer W. (2007) Alpenrhein 2100, vom Gestern zum Morgen im Alpenrheintal; Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, Heft 7-8, 59.Jg., Springerverlag Wien New York