

**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

SED_AT

**FESTSTOFFHAUSHALT,
SEDIMENTTRANSPORT UND
FLUSSMORPHOLOGIE IM RAHMEN
DES NATIONALEN GEWÄSSER-
BEWIRTSCHAFTUNGSPLANS**

ENDBERICHT

IMPRESSUM



Medieninhaber und Herausgeber:

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT
Stubenring 1, 1010 Wien

Koordination: Habersack H.

AutorInnen: Habersack H., Blamauer B., Villwock H., Prenner D., Schoder A., Kreisler A., Klösch M., Hauer C.

Gedruckt nach der Richtlinie „Druckerzeugnisse“ des Österreichischen Umweltzeichens.
Zentrale Kopierstelle des BMLFUW, UW-Nr. 907.

Alle Rechte vorbehalten

Wien, September 2014



KURZFASSUNG DES PROJEKTES

Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2009 wurde an mehr als 50% der untersuchten Gewässer ein Risiko der Zielverfehlung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potentials bis 2015 festgestellt, das hauptsächlich durch hydromorphologische Belastungen zustande kommt (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010). Diese Belastungen stehen im engen Zusammenhang mit Problemen die durch Veränderungen im Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie entstehen.

Laut erstem Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010, Kapitel 6.4.7.5, Seite 155) ist vorgesehen, laufende und neue Forschungsarbeiten zu diesen Themenbereichen gemeinsam mit den betroffenen Stakeholdern zu intensivieren und zu ergänzen. Das Projekt „SED_AT - Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans“ hat hierzu einen Teil beigetragen. Die Ziele des Projektes waren: i) eine österreichweite Erfassung und Analyse von Problemen im Bereich des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie; ii) Erhebung des sich daraus ableitenden Handlungsbedarfs in Hinblick auf Maßnahmen zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustandes; iii) Erstellung eines akkordierten Umsetzungsprogramms (in Abstimmung mit den betroffenen Stakeholdern sowie dem Ministerium); und iv) Bewusstseinsbildung, z.B. dass anthropogene Veränderungen des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie sich auf verschiedenste Weise in den betroffenen Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) auswirken, dort zu Problemen führen können und daher nicht zu vernachlässigen sind.

Die methodische Vorgehensweise beinhaltete die Analyse vorhandener Literatur, Studien und Projekte sowie Erhebungen mittels Fragebogen und direkte Gespräche mit Stakeholdern. Durch das Projekt SED_AT konnte in Zusammenarbeit mit den betroffenen Stakeholdern aus den Sektoren Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Wasserstraßen Donau/Thaya und March, Energiewirtschaft, Ökologie und Landwirtschaft erstmals in einem Bottom-Up Prozess, eine österreichweite Darstellung der Probleme abgeleitet und daraus der Handlungsbedarf in Hinblick auf Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie erarbeitet werden. Im Rahmen dieser Erhebung wurden in allen Sektoren Probleme mit dem Feststoffhaushalt bzw. dem Sedimenttransport festgestellt.

In den Auswertungen hat sich gezeigt, dass in den Sektoren Energiewirtschaft bzw. den gestauten Strecken und der WLV eher Probleme mit dem Sedimentüberschuss und im Flussbau bzw. den freien Fließstrecken eher Probleme mit Sedimentdefizit auftreten. Im Bereich der Ökologie sind meist strukturelle Mängel zu finden, die in vielen Fällen mit der Beeinflussung des Sedimentkontinuums bzw. der veränderten Flussmorphologie in Zusammenhang stehen. Durch die Wiederherstellung bzw. die Verbesserung des Sedimentkontinuums, v.a. der Förderung des natürlichen Durch-/Weitertransportes von Feststoffen an Bauwerken, könnte in vielen Fällen eine Verminderung der Probleme bewirkt werden.

Im Bereich des in den freien Fließstrecken der Flüsse vorherrschenden Sedimentdefizites sind es vor allem die Sohlintiefung und die Unterspülung von Bauwerken, die in den Vordergrund treten. Die Auswirkungen von Sedimentdefizit sind im Gegensatz zum Überschuss oft nicht sofort erkennbar und nur durch lange Messreihen oder bei massiven Veränderungen, wie z.B. Sohldurchschlag, festzustellen.

Ein großes Problem, das im Zusammenhang mit dem Feststoffüberschuss auftritt, ist die Weiterbehandlung (Wiederverwertung/-einbringung bzw. Entsorgung/Deponierung) von Räumgut, welches bei der Instandhaltung von z.B. Sperren und Speichern anfällt. Durch das Abfallwirtschaftsgesetz wird die Möglichkeit der Einbringung flussab sehr stark begrenzt, was das derzeit herrschende Defizit in den freien Fließstrecken noch zusätzlich verstärkt.

Der Handlungsbedarf der einzelnen Sektoren zeigt einen hohen Grad (rund 88%) an Übereinstimmung bzw. keine Überlappung/Neutralität. Widerspruch besteht nur in einigen wenigen Fällen (~2%). Generell zeigt sich, dass eine Zusammenarbeit der Sektoren zur Lösung von Feststoffproblemen erforderlich ist, wodurch Synergieeffekte in den einzelnen Bereichen erwartet werden. Als Beispiel sei hier die Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes (betreffend Erosion, Transport, Deposition, Remobilisierung usw.) genannt. Im Rahmen eines solchen Konzeptes soll der Durchtransport (Kontinuum) oder die Wiedereinbringung von Material bei Wildbachsperrern bzw. Speichern und Stauräumen und anderen Querbauwerken, unter der Einhaltung ökologischer und flussbaulicher Rahmenbedingungen, in den Vorfluter ermöglicht werden, und damit gleichzeitig das Überschussproblem in den Rückhalteräumen verringert bzw. das Defizit in den freien Fließstrecken minimiert werden.

Oft angeführt wurde auch die Notwendigkeit der Grundlagenforschung zu Feststoffquellen, -potentialen und Eintragswegen sowie Sedimenttransport, die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Feststoffhaushalt/Morphologie, Biotik und Bauwerken, und die Erforschung der Auswirkungen von hydrologischen Änderungen bzw. des Klimawandels auf den Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und die Morphologie. Einen weiteren wichtigen Punkt stellt der Forschungsbedarf in Hinblick auf die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen, wie z.B. die Erhaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums, die Evaluierung und Entwicklung von Bauwerkstypen, die den Weiter-/Durchtransport von Feststoffen ermöglichen, oder die Optimierung und Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Stabilisierung der Sohle dar. Dabei besitzen physikalische Modellversuche großen Maßstabs eine wichtige Rolle, auch in der Prozessforschung. In den meisten Sektoren wurden auch die Ausweitung bzw. der Aufbau eines Querprofilmessnetzes und die Weiterentwicklung von Messsystemen zur Erfassung des Feststofftransportes gefordert. Zeitlich und räumlich regelmäßige Querprofilmessungen sind die Grundvoraussetzung für eine rechtzeitige Erfassung von Problemen im Zusammenhang mit dem Sedimenthaushalt, und Messungen des Feststofftransportes sind für die Kalibrierung von numerischen Modellen und die Planung von Maßnahmen notwendig.

Im Bereich des Managements und der rechtlichen Grundlagen wird ebenfalls Handlungsbedarf gesehen. Beispiele dafür sind die Mitberücksichtigung von Feststoffen betreffend Hochwasserrisikoabschätzung/-management und bei der Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten, oder die Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung durchgeführter Messungen. Weiters ist die Behandlung von Sedimenten im Rahmen des Abfallwirtschaftsgesetzes im Hinblick auf die Wiedereinbringung ins Gewässer von großer Bedeutung.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs im Rahmen SED_AT Phase II erstellt und während des Abschlussworkshops diskutiert und akkordiert. Wichtig ist die Umsetzung des Programms als Grundlage für den NGP 3, wobei die Phase II neben dem oben vorgestellten Handlungsbedarf auch die Zusammenfassung von Maßnahmen sowie deren Evaluierung zur Erarbeitung von Best Practice Beispielen, beinhalten sollte.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	7
2	ZIELE	10
3	METHODIK.....	11
3.1	Basiserhebung.....	11
3.2	Datenerhebung und –auswertung.....	11
3.2.1	Befragungen der Stakeholder mittels Fragebögen und/oder direkten Gesprächen	12
3.2.2	Auswertung von Literatur sowie Einbeziehung von ExpertInnenabschätzung der verschiedenen Sektoren	13
3.2.3	Zusammenführung des Handlungsbedarfes beider Säulen	13
3.3	Ableitung des integrativen Handlungsbedarfes und Erstellung des akkordierten Programms.....	14
4	THEORETISCHE GRUNDLAGEN	15
4.1	Feststoffhaushalt und Flussmorphologie.....	15
4.1.1	Definitionen.....	15
4.1.2	Feststoffkreislauf und Feststofftransport	15
4.1.3	Flussmorphologie	18
4.1.4	Einfluss der Vegetation auf die Flussmorphologie und den Sedimenthaushalt	25
4.2	Anthropogene Einflüsse auf den Feststoffhaushalt und deren Auswirkung.....	27
4.2.1	Anthropogene Einflüsse.....	27
4.2.2	Probleme und Auswirkungen	28
4.3	Maßnahmen und Lösungsansätze	33
4.3.1	Maßnahmen gegen Sohleintiefung	33
4.3.2	Maßnahmen gegen Speicherverlandung	39
4.4	Rechtliche Grundlagen.....	45
4.4.1	Wasserrecht	45
4.4.2	Energierrecht.....	46
4.4.3	Forstrecht.....	47
4.4.4	Schifffahrtsrecht und ausgewählte Rechtsvorschriften für die Donau.....	47
4.4.5	Abfallwirtschaftsgesetz.....	48
5	ERGEBNISSE UND DISKUSSION.....	49
5.1	Sektorale Ergebnisse	49
5.1.1	Wildbach- und Lawinenverbauung WLW.....	50
5.1.2	Flussbau	61
5.1.3	Schifffahrt bzw. Wasserstraße Donau / Thaya und March	66
5.1.4	Energiewirtschaft.....	69
5.1.5	Ökologie	79

5.1.6	Landwirtschaft	85
5.1.7	Veränderungen im Feststoffhaushalt und mögliche Ursachen	86
5.2	Sektorale Querverlinkung	88
5.2.1	Entwicklung eines Einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepts	88
5.2.2	Ermittlung von Geschiebepotentialen in Abhängigkeit der Geologie, der Landnutzung, usw.	89
5.2.3	Remobilisierung, speziell nach längeren Konsolidierungsphasen und bei kohäsiven Sedimenten (a), Beigabe des Sedimentes in Triebwasser für nachhaltige Feststoffbewirtschaftung (b)	89
5.2.4	Verminderung der Entsorgung/Deponierung von Räumgut, zu Gunsten von Verwertung/Wiedereinbringung	89
5.2.5	Laichgebiete/-substrate	89
5.2.6	Optimierung von Sperrenbauwerken (a) und Geschiebeweitergabe an Vorfluter (b).....	90
5.3	Zusammenführung und Vergleich des Handlungsbedarfs der zwei Säulen – Befragung der Stakeholder und Literatur bzw. ExpertInnenabschätzung	90
5.4	Integrativer Handlungsbedarf.....	91
5.5	Akkordiertes Programm	93
6	SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK	96
7	DANKSAGUNG	98
8	LITERATURVERZEICHNIS	99
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	103
10	TABELLENVERZEICHNIS.....	107
11	ANHANG	108
11.1	Sektorale Querverlinkung	109
11.1.1	Sektorale Querverlinkung Wildbach- und Lawinenverbauung	109
11.1.2	Sektorale Querverlinkung Flussbau.....	110
11.1.3	Sektorale Querverlinkung Schifffahrt bzw. Wasserstraße Donau / Thaya und March	112
11.1.4	Sektorale Querverlinkung Energiewirtschaft	113
11.1.5	Sektorale Querverlinkung Ökologie	115
11.1.6	Sektorale Querverlinkung Gesamt.....	116
11.2	Zusammengeführter Forschungsbedarf.....	117
11.3	ÖWAV Artikel.....	131

1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Laut EU-WRRL (Richtlinie 2000/60/EG 2000) ist eine weitere Verschlechterung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme zu vermeiden und eine Verbesserung auf den guten Zustand bzw. das gute ökologische Potentials bis 2015 anzustreben. Im Rahmen der Erhebungen zum NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010) wurde das Risiko der Zielverfehlung miterhoben, und es zeigte sich, dass an mehr als 50% der untersuchten Wasserkörper ein Risiko besteht den guten Zustand bzw. das gute ökologische Potential zu verfehlen (Abbildung 1). Ursachen für die Zielverfehlung sind in den hydromorphologischen Belastungen zu finden, denen u.a. eine stark modifizierte Gewässermorphologie (z.B. Regulierungen, Quer- und Längsbauwerke,...) zu Grunde liegt (Habersack 2009).

In der EU-WRRL ist die Bewertung bzw. das Monitoring anhand rein biologischer Parameter festgelegt, wodurch langfristige negative Entwicklungen, wie z.B. Sohlveränderungen und deren Auswirkung auf die Gewässerstrukturen und in weiterer Folge biotische Qualitätskomponenten (vgl. Hauer 2013), erst sehr spät - wenn kein guter Zustand mehr vorhanden ist - oder zu spät - wenn die Veränderungen irreversibel sind - festgestellt werden. Diese späten oder zu späten Erkenntnisse über den Zustand des Wasserkörpers führen oft zu einem Maßnahmeneinsatz, der wesentlich tiefgreifender und kostenintensiver ist als bei rechtzeitiger bzw. frühzeitiger Erkennung des Problems, und bei dem die Variantenauswahl von Gegenmaßnahmen stark verringert ist. Naturnahe Sanierungsmaßnahmen scheidet dann häufig aus und rein technische Maßnahmen sind erforderlich.

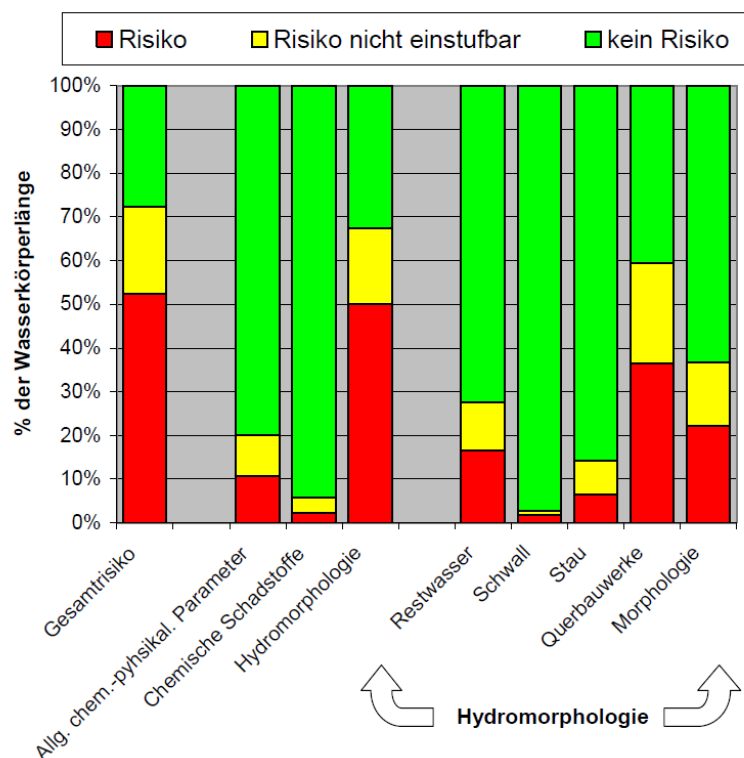


Abbildung 1: Ergebnis der Risikoeinschätzung der Verfehlung des guten ökologischen Zustandes im Rahmen des NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010).

Neben den Auswirkungen auf die Ökologie und somit die Beurteilung des ökologischen Zustandes, sind auch die Einflüsse einer morphologischen Veränderung auf die Hochwassersicherheit zu beachten (vgl.

BMLFUW 2004; Projekt: FloodRisk). So besteht bei Sohleintiefung die Gefahr der Unterspülung von Uferbauwerken und in weiterer Folge die Gefahr von Bachausbrüchen und Verwerfungen. Andererseits prägen Hochwässer sehr wesentlich die Flussmorphologie und führen zu starken morphodynamischen Veränderungen. Das bedeutet, dass Maßnahmen zur **Verbesserung des ökologischen Zustandes nicht unabhängig vom hydromorphologischen Gesamtzustand des Flusses** ausgewählt und geplant werden können. Ein Hochwasser kann ausreichen, dass sich der kurzfristig biologisch festgestellte Erfolg von Rückbaumaßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes ins Gegenteil verkehrt.

Gestaltungs- und Strukturierungsmaßnahmen können erodiert oder zugeschottert werden und damit sind solche Investitionen nicht nachhaltig erfolgreich. Die Flussmorphologie ihrerseits hängt stark vom übergeordneten Feststoffhaushalt ab. Tendenziell leiden viele der österreichischen Flüsse langfristig an einem Geschiebedefizit. Dieses entsteht bereits im Einzugsgebiet, wo insbesondere durch Rückhaltesperren im Rahmen des Schutzes vor Naturgefahren und durch Speicher der Wasserkraftanlagen etc. Geschiebe zurückgehalten wird. Dazu kommen noch die Regulierungsmaßnahmen, die eine Gefälleerhöhung, Breitenreduktion und Verhinderung von Seitenerosion ergaben, sodass sich die Transportkapazität erhöht und nur mehr Tiefenerosion möglich ist.

Der Feststoffhaushalt und das Sedimentkontinuum in Zusammenhang mit der Hydrologie sind die Grundlage der Flussmorphologie und damit der Strukturen im Gewässer. In der WRRL wird im sehr guten Zustand auch das Sedimentkontinuum angesprochen (Anhang V der EU-WRRL (Richtlinie 2000/60/EG 2000), unter „Normativen Begriffsbestimmung zur Einstufung des ökologischen Zustandes“). Für den guten Zustand muss es (wie auch betreffend andere Parameter) insofern „intakt“ sein, als von der Biologie der nachhaltige gute Zustand gefordert wird. Grundsätzlich wird die flussmorphologische Situation eines Wasserkörpers (meist lokale Ebene) von der Streckenebene (Gewässerstrecke) und darüber dem Einzugsgebiet hierarchisch bestimmt. Damit ist eine grundsätzliche Betrachtung des Feststoffhaushaltes und der Flussmorphologie im Flussgebietsbewirtschaftungsplan essentiell für eine nachhaltige Planung und Umsetzung von Rückbaumaßnahmen zur Erreichung eines guten ökologischen Zustandes aber auch zum langfristigen Erhalt desselben. Hier bestehen unmittelbare Zusammenhänge und Koordinierungsbedarf mit dem Hochwasserschutz, der ebenfalls von den langfristigen Entwicklungen betroffen ist und mit den eigenen Maßnahmen Einfluss auf die Hydromorphologie und damit den ökologischen Zustand ausübt. Was auch in der Hochwasserrichtlinie gefordert ist. Weiters ist auch die Energiewirtschaft aus wirtschaftlichen Gründen (Verlandung von 80% der Speicher bis 2080 (Basson, 2009; zitiert in Schleiss et al., 2010) gefordert, bei neuen Planungen und Anpassungen der Sedimentdurchgängigkeit stärkeres Gewicht zu geben.

Der generelle Lösungsansatz basiert auf der Flussgebietsplanung und einer integralen Wasserwirtschaft. Von der Wildbach- und Lawinenverbauung über die Bundeswasserbauverwaltung sowie Wasserstraßenverwaltung bis zur Energiewirtschaft sollten abgestimmte Maßnahmen zur Verbesserung des Feststoffhaushaltes und der Flussmorphologie geplant und umgesetzt werden. Diese beinhalten die Erosion im Bereich der Geschiebequellen, den Transfer in den Bächen und Flüssen sowie die Sedimentation und Remobilisierung in den Fließgewässern aber auch Stauräumen etc.. Dazu bedarf es Vorgaben insbesondere für den Neubau oder die Sanierung/Optimierung von energie- und schutzwasserwirtschaftlichen Einrichtungen oder Bauwerken.

Ein gezielter Mitteleinsatz in diesem Bereich führt zu nachhaltigeren Lösungen und einer effektiven, nachhaltigen Investition. Umgekehrt werden viele kleinräumige Maßnahmen mit hohem finanziellem Einsatz bei Nichtbeachtung des Feststoffhaushaltes und der damit zusammenhängenden Flussmorphologie langfristig nicht den gewünschten positiven Effekt erzielen. **Erst wenn das „Rückgrat“ der Flüsse funktioniert, können kleinräumige Strukturierungsmaßnahmen langfristig positive Wirkung zeigen.** Nur eine integrale Betrachtung ermöglicht den gewünschten Erfolg. Es wird darauf zu achten sein, „win – win“ Situationen zu schaffen, wo z.B. sowohl der Hochwasserschutz als auch die Ökologie verbessert werden und sich nicht durch isolierte Betrachtung gegenseitig negativ beeinflussen. Dem Feststoffhaushalt

und der Flussmorphologie kommt dabei zentrale Bedeutung zu. Derartige integrale Planungen, bei denen auch das gesamte Flusseinzugsgebiet berücksichtigt wird, erfordern jedenfalls umfassende Datenanalysen und damit auch Zeit. Zusätzlich ist der internationale Aspekt des einzugsgebietsbezogenen Feststoffhaushalts zu beachten, da an den Grenzen Österreichs nicht nur Wassermengen (z.B. Hochwasser) sondern auch die transportierten Feststoffmengen an die Unterliegerstaaten weitergegeben werden.

Bevor Maßnahmen umgesetzt werden können, die eine nachhaltige Verbesserung des Feststoffhaushaltes und der Flussmorphologie ergeben, ist eine **Darstellung des IST-Zustandes** gekoppelt mit langfristigen **Monitoringprogrammen** für die verschiedenen Flussgebiete und eine **Analyse der Ursache-Wirkungszusammenhänge** hinsichtlich der sich ergebenden Defizite erforderlich. Daraus müssen **funktionierende Maßnahmen oder Bündel von Maßnahmen** entwickelt werden, die flusstypspezifisch anzupassen sind. Dazu gehört auch die Entwicklung von Planungskriterien und Maßnahmen, die eine Optimierung von Anlagen z.B. im Bereich der Wasserkraft und im Bereich Schutz vor Naturgefahren hinsichtlich Verbesserung des Sedimentkontinuums ermöglichen und gleichzeitig die vorgesehenen Nutzungen der Anlagen zulassen. Neben dem Sedimentkontinuum sind Maßnahmen zur Verbesserung der Flussmorphologie weiter zu entwickeln, die eine gleichzeitige Verbesserung des Hochwasserschutzes und des ökologischen Zustandes ergeben. Dabei ergibt sich betreffend die Methodik zur IST-Zustandsanalyse, Ursache- und Wirkungsanalyse und Maßnahmenentwicklung ein **signifikanter Forschungsbedarf**.

In Bezug auf den Feststoffhaushalt bzw. die Feststoffdurchgängigkeit ist laut Nationalem Gewässerbewirtschaftungsplan (Kap. 6) vorgesehen, laufende und neue Forschungsarbeiten zu diesem Themenbereich gemeinsam mit den betroffenen Stakeholdern in Bezug auf die Wechselbeziehungen zwischen Feststoffhaushalt und Gewässerökologie zu intensivieren und zu ergänzen (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010).

Das vom BMLFUW (Abteilung IV/3, Nationale und internationale Wasserwirtschaft) beauftragte Projekt „SED_AT - Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans“ soll hierzu einen Teil beitragen, indem es neben der **Bewusstseinsbildung**, dass sich Veränderungen im Feststoffhaushalt und der Flussmorphologie auf die betroffenen Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) auswirken, auch **österreichweit die Probleme** in diesen Bereichen **erfassen und beschreiben**. Das Projekt stellt weiters die Grundlage für ein Kapitel im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 dar, wo der Handlungsbedarf in Hinblick auf die oben beschriebenen Themenbereiche erarbeitet und definiert werden soll.

2 ZIELE

Das Projekt „SED_AT - Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans“ – verfolgt folgende Ziele:

- i. eine österreichweite Erfassung und Analyse von Problemen im Bereich des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie
- ii. Erhebung des sich daraus ableitenden Handlungsbedarfs in Hinblick auf Maßnahmen zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustandes
- iii. Erstellung eines akkordiertes Umsetzungsprogramms (in Abstimmung mit den betroffenen Stakeholdern sowie den Ministerien) als Grundlage für SED_AT Phase II; und
- iv. Bewusstseinsbildung, z.B. dass anthropogene Veränderungen des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie sich auf verschiedenste Weise in den betroffenen Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) auswirken, dort zu Problemen führen können und daher nicht zu vernachlässigen sind.

Zur Erreichung der Ziele ist eine enge Zusammenarbeit mit den betroffenen Stakeholdern von großer Bedeutung. Daher wurde das Projekt im Rahmen eines Kick-off Workshops Vertretern aller Sektoren, zweier Ministerien (BMLFUW und BMVIT), und ExpertInnen aus der Wissenschaft vorgestellt und danach auf Bundesebene in jedem Sektor präsentiert. Nachfolgend fand eine umfassende Beteiligung auf Bundes-, Landes- und ExpertInnenebene in zahlreichen Besprechungen statt.

3 METHODIK

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte in vier Schritten: I) Durchführung einer Basiserhebung; II) Datenerhebung und Auswertung basierend auf zwei Säulen (Befragungen und Literatur bzw. ExpertInnenabschätzung), sowie deren Zusammenführung; III) Ableitung des integrativen Handlungsbedarfs, und IV) Erstellung eines akkordierten Programmes für SED_AT Phase II (*Abbildung 2*).

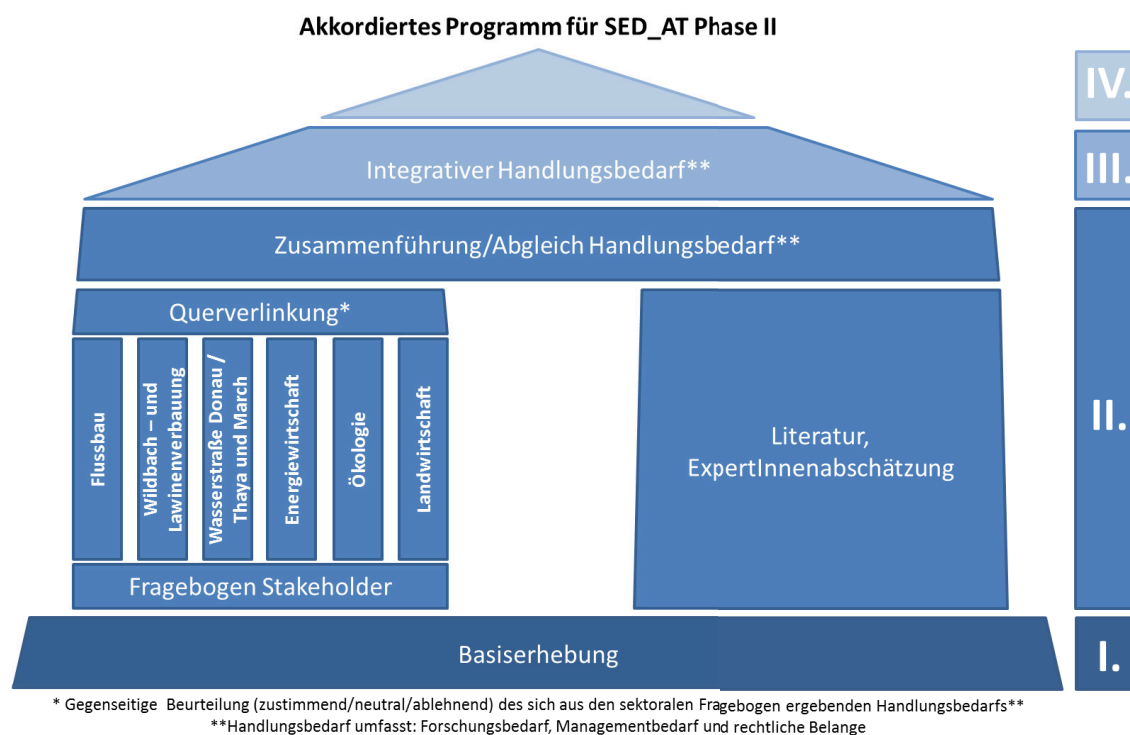


Abbildung 2: Einteilung der Bearbeitung in vier Schritte: I. Vorstudie, II. Datenerfassung und Auswertung, III. Ableitung des integrativen Handlungsbedarfes, und IV. die Erstellung des akkordierten Programmes für SED_AT Phase II.

3.1 BASISERHEBUNG

Im Rahmen der Basiserhebung wurden die Grundlagen betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie zusammengetragen, die betroffenen Stakeholder (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Schifffahrt bzw. Wasserstraße Donau/Thaya und March, und Landwirtschaft), im weiteren als „Sektoren“ bezeichnet, erhoben und die Wechselwirkungen der Sektoren und deren Eingriffe mit dem Themenbereich beschrieben. Dieser Schritt stellte auch die Basis für die Entwicklungen der sektoralen Fragebögen dar.

3.2 DATENERHEBUNG UND –AUSWERTUNG

Die Kerntätigkeiten des zweiten Schrittes waren die Datenerhebung und –auswertung. Wie in den Zielen erwähnt wurde, soll im Rahmen des Projektes erhoben werden, ob Probleme mit dem Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie in den einzelnen Sektoren vorliegen, welche Auswirkungen diese haben und ob es bereits Lösungen gibt bzw. wo noch Handlungsbedarf

(umfasst Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange), v.a. in Hinblick auf zukünftige Maßnahmen, gesehen wird.

Um ein möglichst reales Bild der Probleme zu bekommen und die Meinung der Betroffenen/Akteure miteinzubeziehen (Bottom-up Prozess), wurden zwei Wege der Datenerhebung gewählt: i) die Befragungen der Stakeholder mittels Fragebögen und/oder direkten Gesprächen, und ii) die Auswertung von Literatur, sowie Einbeziehung von ExpertInnenabschätzungen der verschiedenen Sektoren.

3.2.1 BEFRAGUNGEN DER STAKEHOLDER MITTELS FRAGEBÖGEN UND/ODER DIREKTEN GESPRÄCHEN

Basierend auf den Basiserhebungen wurde für jeden Sektor, in Rücksprache mit Experten aus den verschiedenen Bereichen, ein Online-Fragebogen über das System LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org/de/>) erstellt, welcher fluss-/flussabschnittsspezifisch (für die Sektoren Flussbau, Wasserstraße und Ökologie), einzugsgebietsbezogen (für den Sektor WLW) oder kraftwerks-/kraftwerkskettenbezogen (für den Sektor Energiewirtschaft) auszufüllen war. Im Sektor Landwirtschaft, welcher erst später in das Projekt miteinbezogen wurde, wählte man eine andere Vorgehensweise (Aussendung eines Kurzfragebogens an alle Landeslandwirtschaftskammern).

LimeSurvey ist ein Freeware-Programm und bietet die Möglichkeit relativ einfach einen Fragebogen zu erstellen. Neben verschiedenen Möglichkeiten der Frage- und Antworttypen (z.B. Mehrfach- bzw. Einfachauswahl, ja-nein Fragen, Matrizen, deskriptive Antworten; siehe *Abbildung 3*) können auch Beziehungen bzw. Abhängigkeiten der einzelnen Fragen/Fragenkomplexe eingegeben werden. Weiters ist für das System eine hilfreiche Beschreibung vorhanden und es besteht die Möglichkeit eigene Fragentypen zu programmieren. Weitere Informationen zu LimeSurvey sind unter <https://www.limesurvey.org/de/> zu finden.

Flussdaten Kurzer freier Text

Flussname

Flussabschnitt (Detailwasserkörper)

Abschnittslänge

von km

bis km

Welche Fläche hat das Einzugsgebiet bis zum behandelten Flussabschnitt? Zahleneingabe

km²

In dieses Feld dürfen nur Zahlen eingegeben werden.

*** Welchem Funktionstyp werden die Wasserkraftwerke zugeordnet bzw. wo befinden sich diese?** Mehrfachauswahl
Bitte wählen Sie einen oder mehrere Punkte aus der Liste aus.

Laufkraftwerk (Ausleitung)

Laufkraftwerk (Anlage im Gewässerlauf)

Speicherkraftwerk (Ausleitung)

Speicherkraftwerk (Anlage im Gewässerlauf)

? Bitte geben Sie ins Textfeld den Ort ein, an dem sich die Bauwerke befinden.

*** Gibt es Veränderungen des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet, die sich auf den Feststoffhaushalt auswirken?** Einfachauswahl
Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:

Nein

Ja, und zwar Folgende:

? z.B. Wasserüberleitung in anders Einzugsgebiet

Abbildung 3: Beispiele für einige Fragen-Antworttypen (Mitte und rechts).

Die Fragebögen wurden so erstellt, dass zuerst flussabschnitts- bzw. kraftwerksspezifische Daten abgefragt wurden und für den jeweiligen Abschnitt das „Hauptproblem“ zu definieren war. Danach folgten Fragen zu den Problemblocken Feststoffdefizit, Feststoffüberschuss und morphologische Änderungen, sowie Fragenblöcke zu Maßnahmen, Ursachen, Bauwerken, Messungen und Instandhaltungsmaßnahmen. Die Fragen nach zukünftigen Ideen für Maßnahmen bzw. Forschungsbedarf im Bereich der Maßnahmenentwicklung sowie der Grundlagenforschung, nahmen einen zentralen Stellenwert im Fragebogen ein.

Je Fragebogen war ein Fluss/Flussabschnitt, ein Einzugsgebiet oder ein Kraftwerk bzw. eine Kraftwerkskette zu behandeln. Um den Aufwand der zuständigen Personen (z.B. Gebietsbauleitungen, Gewässerbezirke, Energieversorgungsunternehmen, usw.) zu verringern, aber trotzdem eine flächendeckende Erhebung zu gewährleisten war in manchen Bereichen eine Vorauswahl von Gebieten nötig. Im Flussbau wurde dazu eine Mindestgröße des Einzugsgebietes von 500 km² gewählt – zusätzlich konnten aber auch kleinere, bedeutende Flüsse mit besonderen Problemen oder sehr guter Datenlage behandelt werden. Im Bereich der WLW wurden bei den Treffen mit den einzelnen Sektionen Wildbäche ausgewählt, die einerseits die verschiedenen geologischen Zonen und damit verbundenen Probleme gut abdecken und andererseits eine gute Datenlage aufweisen.

Um die Fragebögen für die verschiedenen Bereiche online anbieten zu können und einen Datenaustausch zu ermöglichen, wurde eine **Webseite** eingerichtet. Nach Fertigstellung wurden die Fragebögen online gestellt und die betroffenen Stakeholder um Beantwortung gebeten. In manchen Fällen wurden die Fragebögen mit Hilfestellung der BOKU ausgefüllt bzw. mittels Berichten, die die Betroffenen/Akteure zur Verfügung stellten, von Seiten der BOKU vervollständigt.

Die **Auswertung der Fragebögen** wurde in einem ersten Schritt themenbezogen durchgeführt. Innerhalb der Sektoren wurde die räumliche Verteilung über das Staatsgebiet betrachtet und die räumliche Abdeckung der verschiedenen Flussgebiete beurteilt. Es erfolgte auch die Zuordnung zu geologischen Großräumen und klimatischen Regionen. Danach wurde eine qualitative und quantitative Auswertung der einzelnen Fragen bzw. Fragengruppen durchgeführt. Das Ergebnis dieser Auswertungen stellt die Hauptprobleme im Feststoffmanagement dar und zeigt die Auswirkungen auf die einzelnen Sektoren auf. Der Handlungsbedarf eines jeden Bereichs wurde ebenfalls erfasst.

Im Rahmen von sektoralen Besprechungen wurden die Ergebnisse der Fragebögen präsentiert und diskutiert und die **sektorale Querverlinkung** des Handlungsbedarfes durchgeführt. Hierbei wurden den jeweiligen Sektoren die Ergebnisse der anderen Sektoren vorgestellt und von diesen beurteilt (zustimmend/neutral bzw. keine Überlappung/ablehnend). Dies war einer der wichtigsten Prozesse im Projekt, da hier mögliche Synergiebereiche bzw. Konfliktpunkte zwischen den Sektoren identifiziert werden konnten.

3.2.2 AUSWERTUNG VON LITERATUR SOWIE EINBEZIEHUNG VON EXPERTINNENABSCHÄTZUNG DER VERSCHIEDENEN SEKTOREN

Im Rahmen der Literaturrecherche wurden alle relevanten und zugänglichen Studien, Projektberichte und Fachartikel in Hinblick auf Probleme, die im Zusammenhang mit Veränderungen des Sedimenthaushalts bzw. der Flussmorphologie stehen, analysiert. Auf Grundlage der erhobenen Probleme und vorhandenen Lösungsansätze wurde der Handlungsbedarf abgeleitet und durch ExpertenInnenabschätzungen ergänzt.

3.2.3 ZUSAMMENFÜHRUNG DES HANDLUNGSBEDARFES BEIDER SÄULEN

Der Handlungsbedarf beider Säulen wurde danach zusammengeführt, abgeglichen und bezüglich Übereinstimmung, neuer Themenbereiche und Widerspruch ausgewertet.

3.3 ABLEITUNG DES INTEGRATIVEN HANDLUNGSBEDARFS UND ERSTELLUNG DES AKKORDIERTEN UMSETZUNGSPROGRAMMS

Im dritten Schritt erfolgte die Erstellung des integrativen Handlungsbedarfs, in welchem die unterschiedlichen Aussagen der einzelnen Sektoren zusammengefasst und den Übergruppen Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange zugeordnet wurden. Aufbauend darauf, wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs für SED_AT Phase II erstellt. Diese wurde während des Abschlussworkshops am 08.04.2014, bei dem Vertreter aller Sektoren und der Auftraggeber (Abteilung IV/3 Nationale und internationale Wasserwirtschaft), sowie ExpertInnen aus der Wissenschaft anwesend waren, diskutiert. Die Umsetzungsstrategie stellt somit das akkordierte Programm bzw. das Endergebnis des Projektes dar.

4 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

Im Folgenden wird kurz auf Grundlagen des Themengebietes Sedimenthaushalt und Flussmorphologie, anthropogene Einflüsse und Auswirkungen, Maßnahmen und Lösungsansätze, sowie rechtliche Grundlagen eingegangen.

4.1 FESTSTOFFHAUSHALT UND FLUSSMORPHOLOGIE

4.1.1 DEFINITIONEN

Der *Feststoffhaushalt* bzw. das *Sedimentregime* eines Flusses beschreibt die Bilanz von Produktion, Erosion, Transport, Ablagerung und Remobilisierung von Material. Laut ÖNORM B 2400 (ÖNORM, 2004) sind *Sedimente* Feststoffe, welche sich in einem stehenden Wasserkörper absetzen. Feststoffe beinhalten:

- Geschiebe, welches sich während dem Transport in Kontakt mit dem Flussbett befindet (gleitend, rollend oder springend);
- Schwebstoffe, die als die feinere Fraktion der Feststoffe definiert sind und im Gleichgewicht mit der flüssigen Phase stehen – mehr oder weniger gleichmäßig verteilt – und durch Turbulenzen in diesem Zustand gehalten werden; und
- Schwimmstoffe, welche Feststoffe sind, die auf der Wasseroberfläche schwimmen (z.B. organisches Material wie Totholz – Eis zählt nicht dazu).

Dieses Material erreicht den Fluss entweder durch Prozesse im Einzugsgebiet (Erosion, Hangrutschungen, Felsstürze, etc.) oder wird im Fluss produziert (Sohl- und Ufererosion).

4.1.2 FESTSTOFFKREISLAUF UND FESTSTOFFTRANSPORT

Neben dem Wasserkreislauf gibt es den *Feststoffkreislauf* (Abbildung 4). Dieser unterscheidet sich vom Wasserkreislauf grundlegend in der zeitlichen Skala, welche geologische Zeiträume umfasst. Entscheidend ist dabei die Plattentektonik, woraus die Gebirgsbildung resultiert.

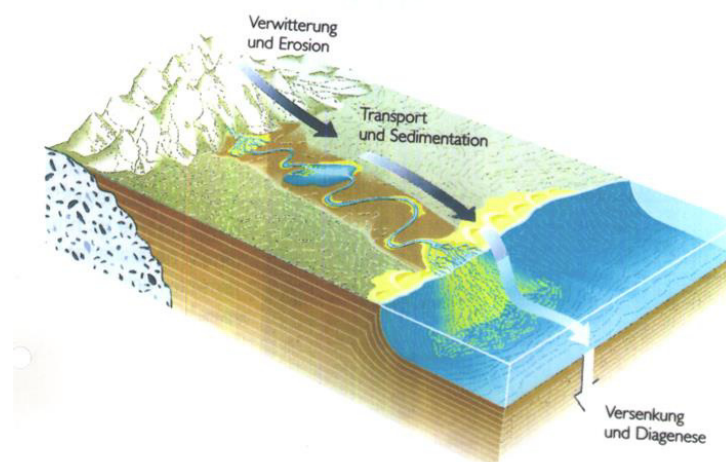


Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Feststoffkreislauf in dem die Prozesse Verwitterung, Erosion, Transport, Sedimentation, Versenkung und Diagenese dargestellt sind (aus Press und Siever, 1995).

Die Verwitterung und der Gebirgsabtrag führen zur Bereitstellung von Feststoffen, welche durch Fließgewässer bis zur Ablagerung in Seen oder im Meer transportiert werden. Infolge Versenkung und Diagenese und unter Einfluss von Temperatur und Druck kommt es zur Gesteinsbildung und anschließend durch Hebung zur Gebirgsbildung. Während der Mensch in den Gebirgsbildungsprozess nicht eingreifen kann, gibt es starke direkte Einwirkungen auf das Abflussverhalten und die Morphologie der Fließgewässer sowie indirekte Einflüsse durch den Klimawandel. Diese Einflüsse betreffen die Erosion, den Transport, die Sedimentation und die Remobilisierung.

4.1.2.1 PROZESSE IM FESTSTOFFKREISLAUF

Der **Feststofftransport** beginnt, wenn die Fließgeschwindigkeit bzw. die Sohlschubspannung einen kritischen Wert übersteigt, und steigende Sohlschubspannung sowie Turbulenzen verursachen, dass ein größerer Anteil mobilisiert wird (Knighton, 1998). Die *Grenzkorngröße* – kleinere Feststoffe werden als Schwebstoffe und größere als Geschiebe transportiert – eine Funktion der Fließgeschwindigkeit. Kresser (1964) definierte diesen kritischen Durchmesser d_{crit} [mm] in Abhängigkeit von der mittleren Fließgeschwindigkeit v [ms^{-1}] und der Erdbeschleunigung g [ms^{-2}]:

$$d_{crit} = \frac{v^2}{360 \cdot g} \quad (\text{Gleichung 1})$$

Abbildung 5 illustriert verschiedenen Arten des Geschiebetransports nach Knighton (1998).

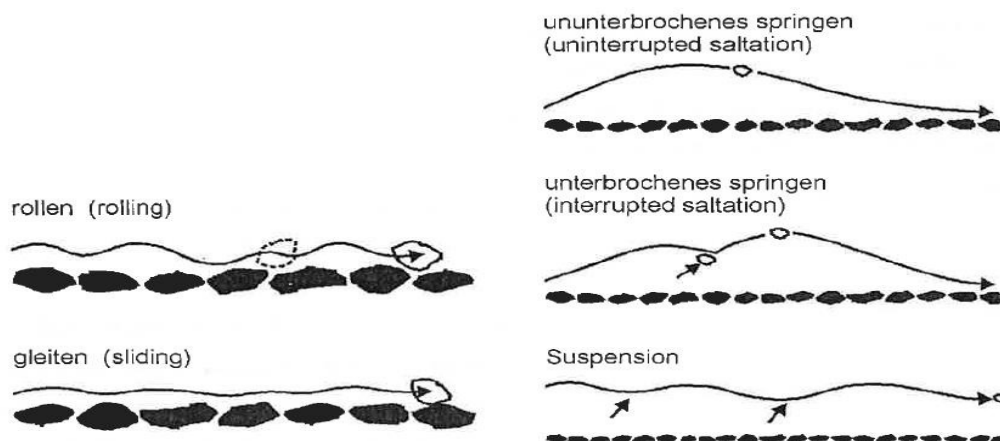


Abbildung 5: Arten des Geschiebetransports (Knighton, 1998).

Der **Transportbeginn** wird definiert als das Ereignis, bei dem sich das Sohlenmaterial in Bewegung setzt. Der maßgebliche Parameter zu dessen Bestimmung ist die Sohlschubspannung τ_0 [Nm^{-2}], welche für eine ebene Gerinnesohle wie folgt beschrieben wird:

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot R \cdot I_S \quad (\text{Gleichung 2})$$

wobei ρ_w [kgm^{-3}] für die Dichte des Wassers steht, g [ms^{-2}] für die Erdbeschleunigung, R [m] für den hydraulischen Radius und I_S [-] für das Sohlgefälle (ATV-DVWK, 2000).

Die Gleichung von Meyer-Peter und Müller (1948) bestimmt den Transportbeginn, indem die Sohlschubspannung aus den Strömungsparametern mit dem Widerstandsverhalten des Kornmaterials verglichen wird. In modifizierter Form wird die *kritische Sohlschubspannung* τ_{crit} [Nm^{-2}] wie folgt definiert:

$$\tau_{crit} = 0.047 \cdot (\rho_F - \rho_W) \cdot g \cdot d_m \quad (\text{Gleichung 3})$$

wobei ρ_F [kgm⁻³] für die Dichte des Feststoffes steht, ρ_W [kgm⁻³] für die Dichte des Wassers, g [ms⁻²] für die Erdbeschleunigung und d_m [mm] für den mittleren Korndurchmesser (ATV-DVWK, 2000).

In der Natur jedoch können zusätzliche Faktoren die kritische Sohlschubspannung und somit die Bestimmung des Transportbeginns beeinflussen. Beispiele sind:

- Der „Hiding-Effekt“, wobei größeres Material die kleineren Partikel in seinem Strömungsschatten abschirmt, sodass für das Erreichen des Transportbeginns eine größere kritische Sohlschubspannung nötig ist;
- Die Bildung einer Deckschicht bzw. Abpflasterung der Sohle, die durch das selektive Austragen von Feinmaterial entsteht, was die kritische Sohlschubspannung beträchtlich erhöht – reißt die Deckschicht auf, erhöht sich aber die Erosion schlagartig;
- Kohäsion des feinen Materials, wobei nicht nur mechanische Kräfte, sondern auch physikalisch-chemische und biologische Prozesse involviert sind (ATV-DVWK, 2000).

Sedimentation oder *Absetzen der Feststoffe* tritt auf, wenn die Transportkapazität eines Flusses bzw. die Schubspannungsgeschwindigkeit unter einen Grenzwert - die Sinkgeschwindigkeit für das betrachtete Partikel - sinkt. Die Sinkgeschwindigkeit hängt von der Größe, der Form und der Dichte des Partikels, sowie der Viskosität des Fluids ab (Le Roux 2005). Während des Sedimentationsprozesses kommt es zu einer vertikalen und horizontalen Abstufung (Knighton 1998) – größere Fraktionen setzen sich zuerst ab, gefolgt von den feineren Korngrößen aufgrund deren geringerer Sinkgeschwindigkeit. Generell liegt der Grenzwert eines Partikels für Sedimentation unterhalb des kritischen Wertes für den Beginn des Transportes (Knighton 1998).

4.1.2.2 GLEICHGEWICHTSZUSTÄNDE (BMLFUW AND ÖWAV 2011)

Grundsätzlich existiert an Fließgewässern langfristig kaum ein Gleichgewichtszustand, dennoch werden häufig verschiedene Gleichgewichtszustände unterschieden (Jäggi, 1992), wobei diverse Zustandsformen u.a. durch den Feststoffhaushalt bedingt sind:

- Statisches Gleichgewicht
- Pseudostatisches Gleichgewicht
- Scheinbares Gleichgewicht
- Temporäres Gleichgewicht (Quasistabilität)
- Dynamisches Gleichgewicht

Statisches und pseudostatisches Gleichgewicht – Ein statisches Gleichgewicht ist dann gegeben, wenn das Sohlmaterial auch bei höchsten Abflüssen nicht bewegt wird. Dieser Zustand findet sich bei natürlichen Flussläufen nicht, aber sehr wohl bei künstlichen Gerinnen mit Sohl- und Ufersicherung. Flüsse mit ausgeprägter Deckschichtbildung weisen erst bei extremen Abflüssen Bewegungsbeginn bzw. ein Aufbrechen der Deckschicht auf, was als pseudostatisches Gleichgewicht bezeichnet werden kann.

Scheinbares Gleichgewicht - Von einem scheinbaren Gleichgewicht wird gesprochen, wenn die Sohlveränderungen zwar messbar sind, sich aber in Größenordnungen von mm bis cm / Jahr bewegen und somit erst nach vielen Jahrzehnten der Trend zu Erosion oder Auflandung merkbar wird und dann damit schon wasserbauliche Probleme verbunden sind.

Temporäres Gleichgewicht (Quasistabilität) - Dieser Zustand tritt auf, wenn durch z.B. ereignisbedingten Sedimenteintrag in eine Flussstrecke kurzfristig weder Erosion noch Auflandung auftritt, anschließend aber nach Reduktion dieses Sedimenteintrages (kann auch durch bauliche Maßnahmen wie Wildbachsperrn

bedingt sein) der Fluss ein Geschiebedefizit mit nachfolgender Sohlenerosion aufweist. Damit hat die Sohlstabilität nur für eine bestimmte Zeit von vielleicht mehreren Jahrzehnten Gültigkeit.

Dynamisches Gleichgewicht - Ein Fluss befindet sich im dynamischen Gleichgewicht, wenn bei langfristiger Betrachtung trotz kurzfristiger Sohlschwankungen im Mittel die vorhandenen Sohländerungen über einen längeren Betrachtungszeitraum gemittelt keinen maßgebenden Trend (Erosion oder Anlandung) ergeben. Dazu ist eine im Mittel ausgeglichene Feststoffbilanz zwischen Geschiebeeintrag und Geschiebeaustrag Voraussetzung.

Ein statisches Gleichgewicht im Sinne von langfristig stabiler Sohlage mit gleichem Input in und Output aus einer Gewässerstrecke tritt in der Natur praktisch nicht auf, wobei im alpin geprägten Raum meist die Sohlerosion vorherrscht. In vielen Fällen zeigen Flüsse (zumindest abschnittsweise) einen klaren Trend bezüglich eines Defizits oder Überschusses an Sedimenten, woraus Sohleintiefungen oder -anlandungen mit vielen damit in Verbindung stehenden Problemen resultieren.

Ein dynamisches Gleichgewicht wird stark von den großmaßstäblichen Randbedingungen wie Feststoffregime und Hydrologie in Wechselwirkung mit der betrachteten Gewässerstrecke geprägt, welche über lange Zeiträume natürlichen Veränderungen und damit auch Trends unterworfen sind. Diese „natürlichen Trends / bzw. Schwankungen“ verlaufen aber meist wesentlich flacher als jene die durch anthropogene Änderungen (z.B. Landnutzungsänderungen, Kontinuumsunterbrechungen, etc.) hervorgerufen werden.

Möglichst stabile Sohlverhältnisse im Sinne eines dynamischen Gleichgewichtes sind für die menschliche Nutzung der Gewässer von Vorteil.

Eine wesentliche beeinflussende Größe für die Frage des dynamischen Gleichgewichtes einer Gewässerstrecke ist die Deckschichtbildung, welche von der Korngrößenverteilung und der hydraulischen Belastung bestimmt wird (z.B. Schöberl, 1979). Bei einer starken Deckschichtbildung wird oft auch von einer latenten Erosion gesprochen, d.h. durch die Deckschichtbildung tritt trotz eines Sedimentdefizites keine signifikante Sohleintiefung ein.

4.1.3 FLUSSMORPHOLOGIE

Flüsse sind ein wichtiger und prägender Bestandteil von Landschaften. Sie stehen in ständigem Austausch mit ihrer Umgebung, formen aktiv das Relief und die Gestalt ihres Einzugsgebiets, während sie gleichzeitig in ihrem Erscheinungsbild durch das Umland geprägt werden (ATV-DVWK, 2000). *Flussmorphologie* bezeichnet die Klassifikation von Flüssen (das Tal, die Überflutungsflächen und das Gerinne selbst) nach ihrer Entwicklung und Erscheinungsform, verursacht durch das Wechselspiel von Wasser und Feststoffen (Schober, 2006). Dies zeigt den engen Zusammenhang zwischen Flussmorphologie und Feststoffhaushalt.

4.1.3.1 MORPHODYNAMISCHE PROZESSE

Es ist notwendig, Flüsse als **dynamisch und multidimensional** zu verstehen. Es besteht kein linearer Zusammenhang zwischen den Prozessen, sondern alle involvierten Faktoren interagieren auf komplexe Art und Weise, und auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen (ATV-DVWK, 2000). Daher ist die für Beobachtungen gewählte Ebene ausschlaggebend, was im River Scaling Concept (RSC; Habersack, 2000) ausgedrückt wird. Dieser Ansatz berücksichtigt, dass die ökologische Intaktheit eng verbunden ist mit biotischen und abiotischen Parametern, die auf kontinentaler/regionaler Skala, Einzugsgebietsebene, Streckenebene, lokaler Ebene und Punktskala stattfinden. Prozesse auf höherer Ebene beeinflussen die darunterliegenden und umgekehrt, daher ist eine Integration der Ebenen mittels „upscaling“ und „downscaling“ notwendig (Habersack, 2000).

Einige der abiotischen Parameter die in *Abbildung 6* dargestellt sind – nämlich Flussmorphologie und lokale Morphologie wie z.B. Sohlenformen – werden im Verlauf der nachfolgenden Kapitel behandelt.

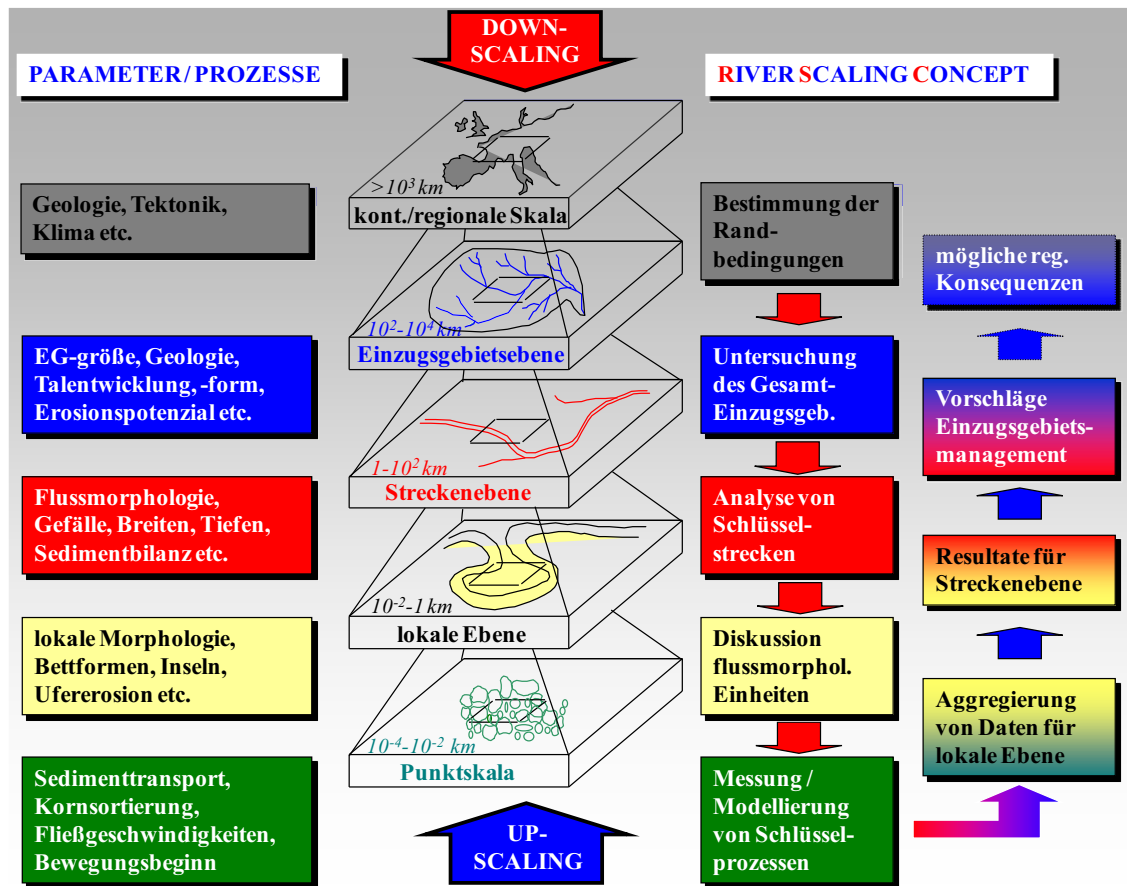


Abbildung 6: Abiotische Parameter und Vorgehensweise des RSC (Habersack, 2000).

4.1.3.2 FLUSSMORPHOLOGISCHE TYPEN

Je nach wissenschaftlichem Hintergrund (Geologie, Geografie, Hydrologie, Klimatologie, Biologie, etc.) wurden Flüsse nach verschiedenen Aspekten klassifiziert, die jedoch miteinander verknüpft sind. Dies macht es unmöglich, ein gemeinsames und allumfassendes Klassifikationsschema zu finden (ATV-DVWK, 2000). Ein Beispiel für ein Klassifikationsschema ist in *Abbildung 7* dargestellt. In weiterer Folge werden einige Charakteristika und Systeme, welche meist auf einer topographisch-morphologischen Betrachtungsweise basieren, erläutert.

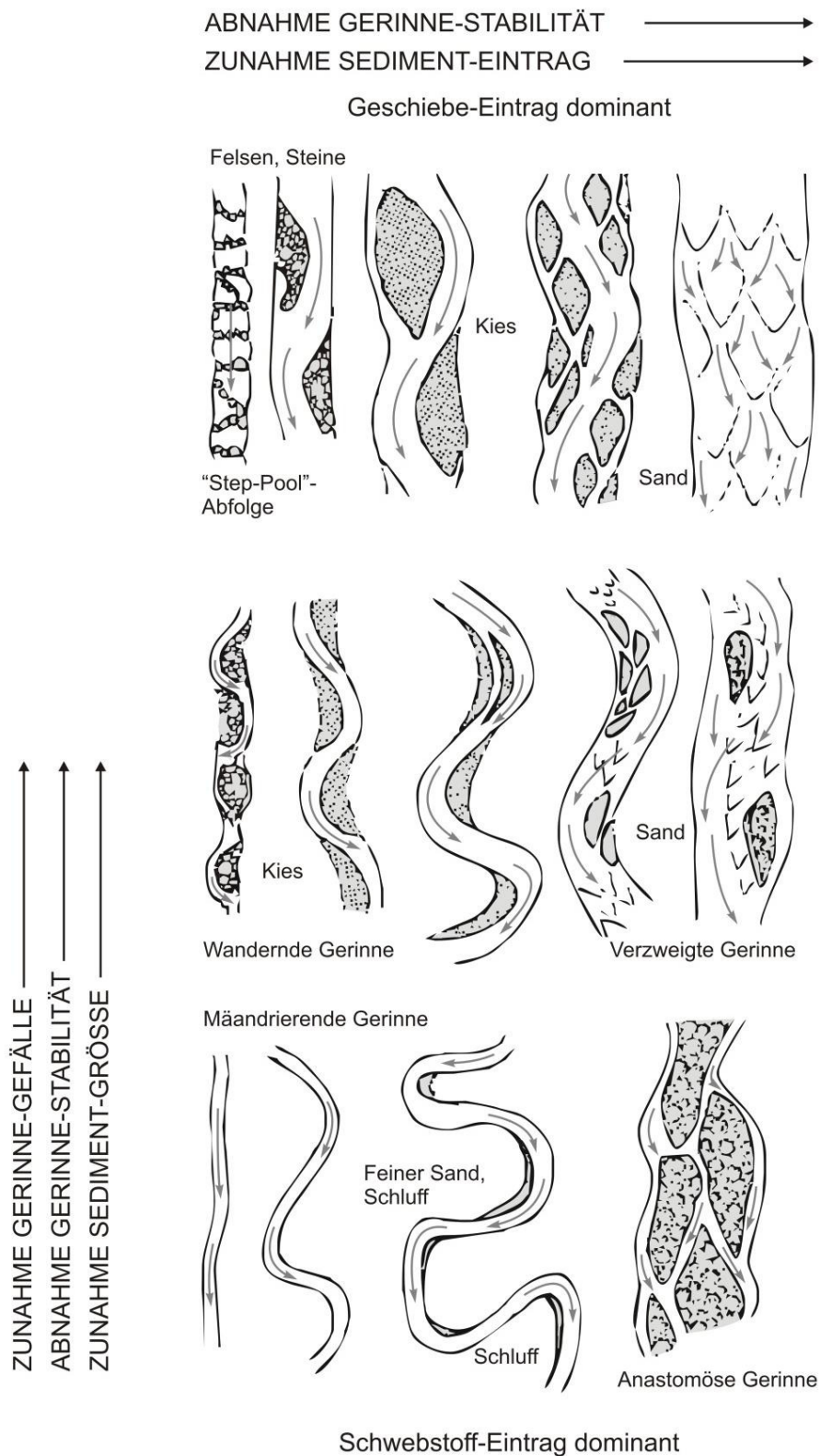


Abbildung 7: Darstellung morphologischer Flusstypen in Abhängigkeit von Gefälle, Gerinne Stabilität, Sedimentgröße und Menge des Sedimenteintrages (modifiziert nach Church, 1992; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).

Die topographisch-morphologischen Systeme bauen prinzipiell auf einer **Zonierung der Flüsse** in i) Wildbäche bzw. Gebirgsflüsse, die im Quellbereich und Oberlauf vorkommen, ii) in Mittelgebirgsflüsse, welche typisch für den Mittellauf sind, und iii) in Tieflandflüsse, die den Unterlauf und Mündungsbereich charakterisieren (Schumm, 1977), auf (*Abbildung 8*). Entlang dieser Abstufung können Gradienten verschiedener abiotischer Faktoren beobachtet werden, von denen einige in *Abbildung 9* dargestellt sind. Diese dynamischen abiotischen Prozesse sind eng verknüpft mit der Dynamik biotischer Faktoren, was in einer biologischen Längszonierung – z.B. betreffend Fischarten und benthische Organismen – resultiert (ATV-DVWK, 2000).

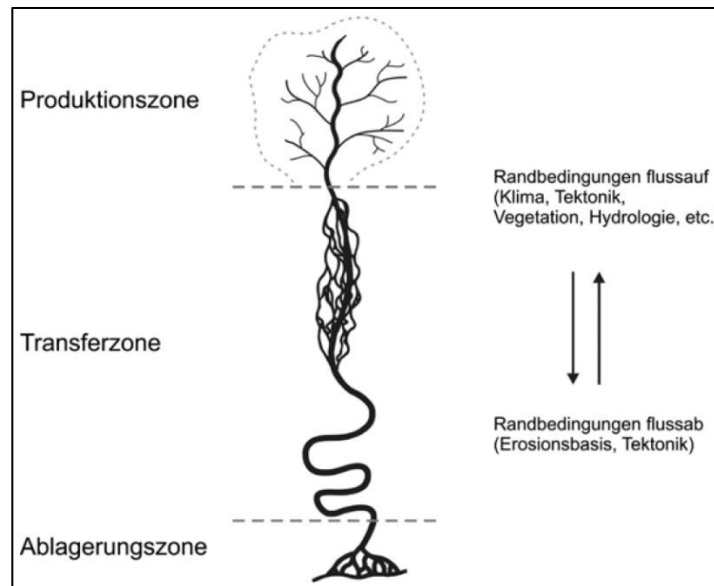


Abbildung 8: Zonierung von Flüssen betreffend ihres Sedimenthaushaltes (nach Schumm, 1977).

Merkmal	Tendenz / Charakteristik
Abflußspende	
Struktur der Sohle	
Abflußregime	pluvio - nival pluvial
Geschiebe- fracht	
Schwebstoff- fracht	
Laufform	

Abbildung 9: Veränderung einiger abiotischer Merkmale im Verlauf eines Gewässers (nach Otto, 1991; zitiert in ATV-DVWK, 2000).

- Der Oberlauf des Flusses (Produktionszone) ist normalerweise schmal und gekennzeichnet durch ein hohes Sohlgefälle, stark wechselnde Wasserführung und die Abwesenheit von Alt- und Totarmen. Der Feststoffhaushalt wird von Produktion bzw. Erosion von Material durch hohe Fließgeschwindigkeit und Sohlschubspannung charakterisiert. Das stark strukturierte Flussbett wird von grobem Material (steinig bis

grobkiesig) gebildet. Geschiebetransport dominiert, während wenig Schwebstoffe vorkommen (ATV-DVWK, 2000).

- Die Gerinnebreite vergrößert sich im Verlauf des Mittellaufs (Transferzone). Verringertes Sohlgefälle und Sohlschubspannung verursachen ein Sedimentregime, das bezüglich der Prozesse Erosion und Ablagerung ausgeglichen ist, was sich in Form eines furkierenden Gerinnes zeigt. Im Verlauf des Transports sind die Korngrößen durch Abrasion zu kiesigen und sandigen Fraktionen reduziert worden. Die Grundrissmorphologie (Schotterbänke, Inseln, Haupt- und Nebenarme) ist bei jedem Hochwasserereignis starken Veränderungen unterworfen. Vielfältige Überflutungsflächen treten zutage, die im Übergang zum Unterlauf durch Mäander und Altarme geprägt sein können (ATV-DVWK, 2000).
- Der Unterlauf eines Flusses (Ablagerungszone) ist charakterisiert durch ein stark reduziertes Sohlgefälle, und daher durch große Wassertiefen, niedrige Fließgeschwindigkeiten und geringe Sohlschubspannung. Ablagerung der im Ober- und Mittellauf erodierten Sedimente dominiert. Die breiten Überflutungsflächen bestehen hauptsächlich aus sandigem bis feinsandigem Material und Altarmen in verschiedenen Entwicklungsstadien. In vielen Fällen bildet sich ein Delta von großer Breite und mit geringen Wassertiefen aus (ATV-DVWK, 2000).

Eine weitere Einteilung, die vor allem in den Wildbacheinzugsgebieten Verwendung findet, ist im Folgenden beschrieben. Als *Geschiebeherd* oder *Feststoffherd* bezeichnet man den Bereich, aus dem das im Bach transportierte Geschiebe bzw. die im Bach transportierten Feststoffe stammen. Das *Ablagerungsgebiet* ist jener Bereich eines Einzugsgebiets, in dem die durch den Wildbach transportierten Feststoffe zur Ablagerung gelangen und der Transportprozess zum Stillstand kommt. Typische Ablagerungsgebiete von Wildbächen sind Schwemmkegel (Schwemmächer) und Murkegel. Unter einem *Schwemmkegel* oder *Schwemmächer* versteht man ein kegelförmiges bzw. fächerförmiges Ablagerungsgebiet eines Wildbaches, das an jenen Stellen entsteht, wo ein Wildbach flacheres Gelände erreicht und die Transportkraft des Wassers stark abnimmt. Tritt ein Wildbach aus einem Seitental in ein Haupttal ein oder gelangt er auf flacheres Terrain, bildet sich im Übergangsbereich ein Schwemmkegel bzw. Schwemmächer aus – da der Wildbach nicht mehr von den seitlichen Teileinhängen begrenzt wird, kann er die transportierten Feststoffe kegelförmig oder fächerförmig aufschütten. Ein *Murkegel* ist ein sehr steiler Ablagerungskegel, auf dem Murgänge den dominierenden Transportprozess darstellen.

In Wildbacheinzugsgebieten werden folgende grundlegende Prozesstypen unterschieden:

- Fluviale Prozesse (Formen der Verlagerung, die überwiegend unter dem Einfluss von Wasser erfolgen);
- Gravitative Prozesse (Formen der Verlagerung von Locker- oder Festgestein, die überwiegend unter dem Einfluss der Schwerkraft erfolgen – dazu zählen Hangmuren, Steinschlag, Felssturz, Rutschungen, Felsgleitungen, Kriechen und Fließen);
- Gerinneprozesse (Prozesse, deren Verlauf an die Tiefenlinie eines Wasserlaufs oder an seine Überflutungsflächen gebunden sind) und
- Hangprozesse (Prozesse, die an Hängen stattfinden und nicht notwendigerweise an eine Tiefenlinie gebunden sind).

Zu den charakteristischen Wildbachprozessen (d.h. Gerinneprozessen in Wildbacheinzugsgebieten) zählen rasch anschwellende Abflüsse, der Abtrag (Mobilisierung) und Transport (Verlagerung) von Feststoffen sowie deren Ablagerung (Sedimentation). Charakteristisch für Wildbachprozesse sind die kurze Anlaufzeit und kurze Gesamtdauer der Prozesse und deren unmittelbarer Zusammenhang mit vorangehenden exzessiven meteorologischen Ereignissen (Starkregen, Dauerregen). Gravitative Prozesse zählen definitionsgemäß nicht zu den Wildbachprozessen, spielen jedoch, wenn sie in einem

Wildbacheinzugsgebiet auftreten, eine bedeutende Rolle für das Feststoffregime. Eine Systematik über Verlagerungsprozesse in Wildbacheinzugsgebieten zeigt *Abbildung 10*. Das Projekt SED_AT beschäftigt sich hauptsächlich mit Prozessen im fluviatilen Bereich. Aber die Sedimentproduktion und die Erosion von Fein- und Grobmaterial sind für den Sedimenthaushalt wichtige und entscheidende Randbedingungen.

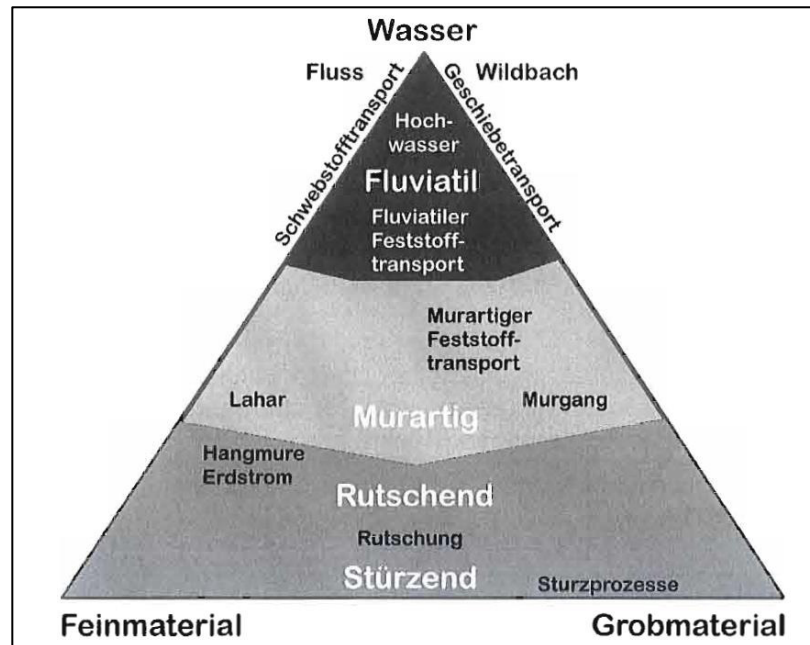


Abbildung 10: Übersicht über die Systematik der Verlagerungsprozesse in Wildbacheinzugsgebieten (ONR 24800:2009).

Abbildung 11 zeigt eine grundlegende Unterscheidung der Grundrissmorphologie und die zugehörigen Gerinnequerschnitte. Diese werden durch die Wechselwirkung von Abflusskapazität des Gerinnes, Überflutungshäufigkeit und –dauer, Verhältnis zwischen Transportkapazität und Feststoffangebot, sowie Zusammensetzung und Geologie des Untergrunds bestimmt (ATV-DVWK, 2000). Ebenso spielen die Gerinnedimensionen im Verhältnis zueinander eine wichtige Rolle und die Frage, was genau das Auftreten einer bestimmten Morphologie verursacht, kann noch nicht zur Gänze beantwortet werden (Schober, 2006). Neben den grundlegenden Morphologien, die im Anschluss beschrieben werden, können je nach den Rahmenbedingungen viele Zwischen- und Mischformen auftreten.

- Gestreckte Fließgewässer kommen in der Natur hauptsächlich in alpinen Regionen mit steilem Gefälle und einer bestimmten Geländetopografie (z.B. Klamm, Kerbtal) als Wildbachgerinne und Gebirgsflüsse vor. Der Talweg pendelt von einer Seite zur anderen. Viele gestreckte Fließgewässer sind durch anthropogene Flussverbauung entstanden und werden durch massive Uferversicherungen in ihrer Lage fixiert.
- Verzweigte Fließgewässer entstehen bei mittlerem bis starkem Gefälle und einem Feststoffhaushalt, der durch Transferprozesse gekennzeichnet ist (hoher Gchiebetrieb). Sie weisen ein großes Breiten- zu Wassertiefenverhältnis und ein geringes Wassertiefen- zu Korndurchmesser Verhältnis auf (BMLFUW und ÖWAV, 2011). Der aktive Querschnitt ist breit und in zahlreiche Rinnen unterteilt, die sich scheinbar regellos trennen und wieder zusammenfließen. Lediglich das Aufkommen von Pioniervegetation auf Schotterbänken und Inseln ist möglich, die bei jedem Hochwasserereignis neu gebildet werden. Es existiert kein fester Talweg.
- Gewundene (mäandrierende) Fließgewässer, durch ein geringes Breiten- zu Wassertiefenverhältnis bzw. ein großes Wassertiefen- zu Korndurchmesser Verhältnis charakterisiert (BMLFUW und ÖWAV, 2011), bilden sich bei geringem Gefälle und

Fließgeschwindigkeiten in flachen Talauen aus. Sie weisen eine einzige tiefe Rinne auf, mit einem Talweg, der in Richtung der Außenufer verlagert ist. Die Form der Mäander und die Veränderungsgeschwindigkeit hängen von der Stabilität der Ufer ab. Neben Mäandern, die sich frei in ihren Niederungen entfalten können (Flussmäander) existieren auch Talmäander, deren Ausbreitung vom Relief des Geländes abhängig ist.

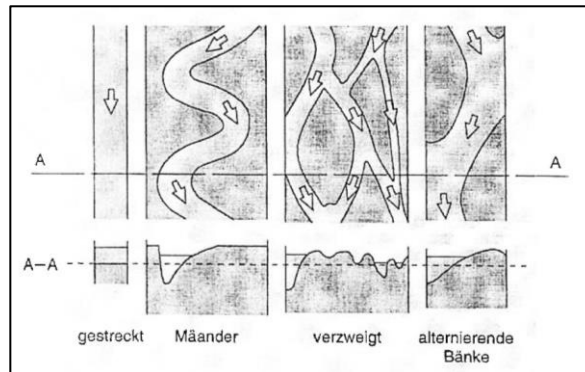


Abbildung 11: Grundriss und zugehöriger Querschnitt verschiedener morphologischer Strukturen (Zarn, 1997; zitiert in ATV-DVWK, 2000).

4.1.3.3 SOHLFORMEN

Die Entwicklung der Sohlform steht in komplexer Wechselwirkung mit dem Abfluss und dem Sedimenttransport (Abbildung 12), und die Sohlformen können prinzipiell in *ebene Sohle*, *Riffel*, *Dünen* und *Antidünen* unterteilt werden (Abbildung 13). Aufgrund ihrer Formrauigkeit beeinflussen sie die hydraulischen Prozesse (BMLFUW und ÖWAV, 2011).

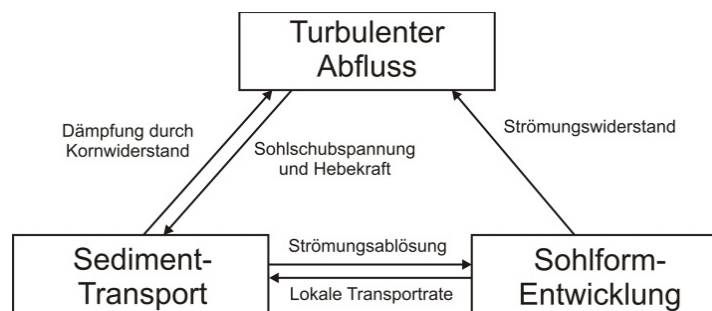


Abbildung 12: Wechselwirkung zwischen hydraulischen Charakteristika, Sedimenttransport und Sohlformentwicklung (nach Leeder, 1983; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).

Unter Voraussetzung einer gewissen Fließgeschwindigkeit bildet eine sandige Flusssohle sofort nach Bewegungsbeginn Riffel aus. Die maximale Höhe dieser Riffel beträgt einige Zentimeter, unabhängig von der Wassertiefe. Wenn ein gröberes Sohlsubstrat vorherrscht erscheinen Dünen, nach einer gewissen Strecke mit Transport auf der ebenen Flusssohle. In Abhängigkeit von der Wassertiefe kann die Höhe der Dünen mehrere Meter erreichen und beträgt maximal ein Drittel der Wassertiefe. Riffel und Dünen wandern in Fließrichtung. Im oberen Abflussregime (hohe Fließgeschwindigkeiten und Sohlschubspannung) treten stehende Wellen und Antidünen auf, die scheinbar gegen die Fließrichtung wandern. Es existieren verschiedene empirische Kriterien, die definieren, in welchem Bereich sich die jeweiligen Sohlenformen ausbilden (ATV-DVWK, 2000).

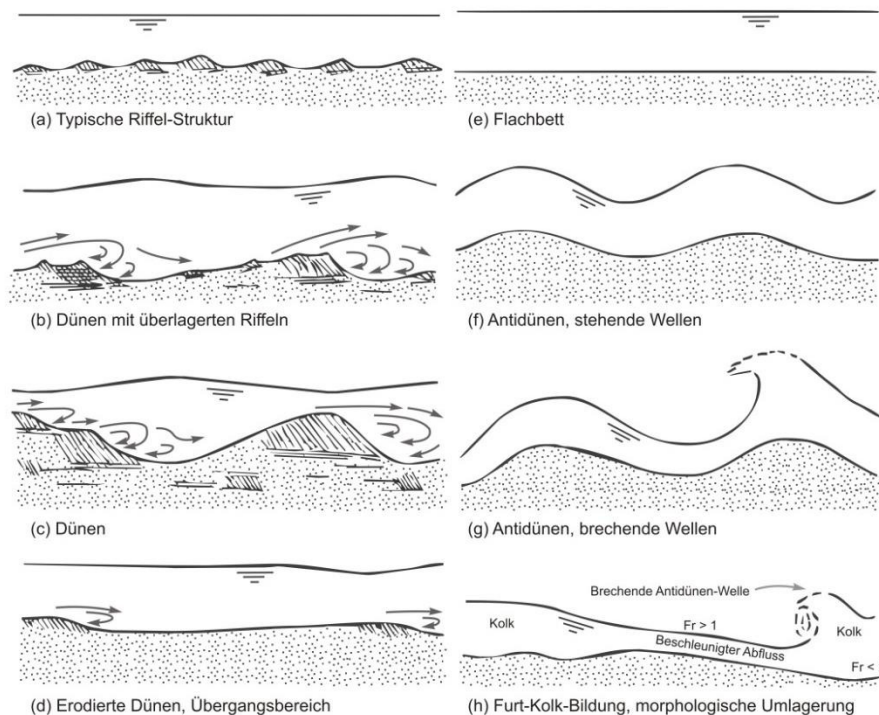


Abbildung 13: Entwicklung der Sohlformen (nach Simons and Richardson, 1966; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).

Während die beschriebenen Formen (Riffel, Dünen, Antidünen) der Mikro- und Mesoskala zugeordnet werden können, befinden sich Kolke und Bänke auf der Makroskala. Letztere sind Ablagerungen, die beispielsweise in Innenkurven, beim Zusammenfluss mit Zubringern, oder als alternierende Bänke auftreten (Schober, 2006).

4.1.4 EINFLUSS DER VEGETATION AUF DIE FLUSSMORPHOLOGIE UND DEN SEDIMENTHAUSHALT

Die Vegetation hat großen Einfluss auf die Flussmorphologie und beeinflusst auch den Sedimenttransport maßgeblich. Wie die Sohlformen stellt sie ein noch offenes Forschungsfeld dar. Wechselwirkungen zwischen Hydraulik und Vegetation spielen ebenso eine Rolle wie die Interaktionen der Pflanze mit der Morphologie.

4.1.4.1 WECHSELWIRKUNG HYDRAULIK VEGETATION

Grundsätzlich stellt die Pflanze je nach Größe (Klein, Mittel, Groß) eine Form- und/oder Oberflächenrauigkeit dar (DVWK 1991) und beeinflusst damit das Abflussgeschehen indem die Vegetation die Strömung zum Teil ablenkt und die Fließgeschwindigkeiten und damit auch der Wasserstand verändert werden. Abhängig von den Pflanzeigenschaften vor allem der Flexibilität, der Bestandsdichte, des Habitus und der Vegetationshöhe variiert die Größenordnung und Art der Auswirkung (Fischenich 2000).

Gleichzeitig beeinflusst aber auch die Strömung die Pflanze, vor allem wenn diese flexibel ist, was wiederum eine Auswirkung auf die Rauigkeit hat.

4.1.4.2 WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN MORPHOLOGIE UND VEGETATION

Die Vegetation verändert die Bodeneigenschaften und damit die Verfügbarkeit von Feststoffen für den Transport. Die Vegetation hat dadurch großen Einfluss auf die Entwicklung der Form und Struktur des Gerinnes sowie dessen Umlands. Neben der Festigung des Bodens durch die Wurzeln, die zu einer

Veränderung der Bodenstabilität führen, verändern die Pflanzen auch die Bodenhydrologie durch Modifikation der Infiltration und der Evapotranspiration.

Auch der Sedimenttransport wird beeinflusst was vorrangig durch die Veränderungen der Fließgeschwindigkeiten passiert. Da sich diese im Bestand verringert tritt in bewachsenen Bereichen eher Sedimentation (Nepf et al., 2010, Osterkamp and Hupp 2010).

Eine ausführliche Beschreibung der Interaktionen von Pflanze – Hydraulik – Morphologie ist im Kapitel 2 des Projektendberichtes EcoRiver (Egger et al., 2013) zu finden, oder der Dissertation von Schneider (2010) zu entnehmen.

4.2 ANTHROPOGENE EINFLÜSSE AUF DEN FESTSTOFFHAUSHALT UND DEREN AUSWIRKUNG

4.2.1 ANTHROPOGENE EINFLÜSSE

Aus verschiedensten Gründen (z.B. Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie der Schifffahrt) wurden in den letzten Jahrhunderten vielseitige Änderungen und Eingriffe an Gewässern und deren Einzugsgebieten vorgenommen, die sich mehr oder weniger auf den Sedimentkreislauf bzw. den Feststoffhaushalt und somit das dynamische Gleichgewicht auswirken. Bereits in den 70er Jahren traten durch diverse Verbauungen negative Auswirkungen auf die Ökologie und später physikalische Probleme mit Auswirkung auf Morphologie, Wasserressourcen und Sicherheit auf (Habersack und Piégay, 2008).

Abbildung 14 stellt verschiedene Faktoren (Gefälle, Hydrologie, Sedimentfrachten und Sedimentgröße) dar die durch anthropogene Tätigkeiten beeinflusst werden können und zeigt auch grob deren Auswirkung auf das Gewässer - Eintiefung bzw. Anlandung. Dies stellt allerdings eine qualitative, stark vereinfachte Beschreibung dar.

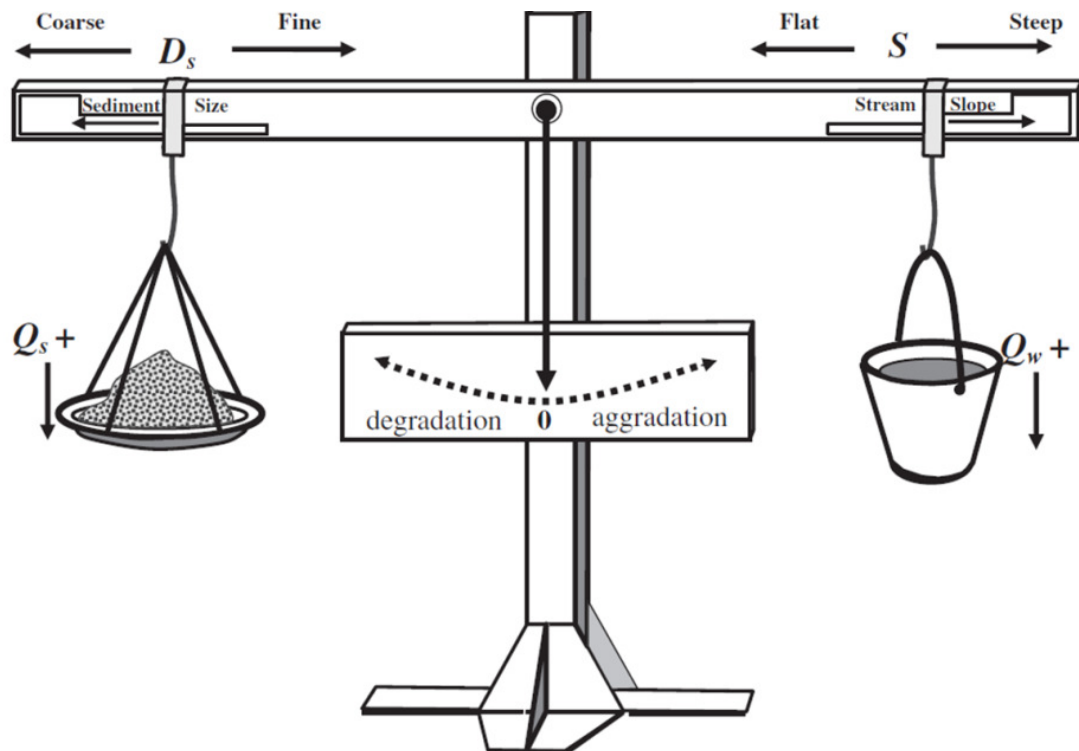


Abbildung 14: Lane's Balance – zeigt schematisch wie sich Veränderungen bestimmter Faktoren auf das Gerinne Gleichgewicht auswirken. (in Dust and Wohl, 2012; basierend auf Lane, 1955). D_s steht für Korngröße, S für Gefälle, Q_s für Sedimentfracht und Q_w für Abflussfracht.

Grundsätzlich können die anthropogenen Eingriffe in Hydrologische Änderungen, Änderungen der Morphologie, Kontinuumsunterbrechungen sowie Materialentnahmen und -zugaben eingeteilt werden.

Hydrologische Änderungen beziehen sich auf quantitative aber auch zeitliche Änderungen im Abflussgeschehen, d.h. Veränderung charakteristischer Abflussgrößen und Veränderungen in der Variabilität der Abflüsse. Hervorgerufen werden diese durch Beeinflussung der Niederschlags-Abflussbeziehung (z.B. Landnutzungsänderungen), durch Wasserkraftwerke (z.B. Ausleitungs- bzw.

Restwasserstrecken, Schwellbetrieb,...), durch Veränderungen der Abflusskapazität der Gewässer (z.B. Gewässerregulierungen), usw.

Die hydrologischen Änderungen wirken sich auf den Transportbeginn, die Transportdauer und die Sedimentation aus. Die zeitliche Verschiebung von bestimmten Abflussgrößen spielt für das Aufkommen und die Entwicklung von Auenvegetation eine große Rolle, die dadurch weitere morphologische Änderungen initiieren kann.

Morphologische Änderungen beziehen sich auf Veränderungen der Linienführung, des Querschnittes, der Strukturierung und des Substrates. Diese bewirken eine Modifikation der Transportkapazität sowie der Verfügbarkeit von Sedimenten in dem sie sich auf das Gefälle (z.B. Änderungen der Linienführung), den Wasserstand und die Fließgeschwindigkeit (z.B. Querschnittsänderungen), und die Verfügbarkeit von Material innerhalb der betrachteten Strecke (z.B. Veränderung von Sohle und Ufer) auswirken.

Kontinuumsunterbrechungen bewirken eine Veränderung des Materialtransportes, durch den vollständigen oder teilweisen Rückhalt von Material an Querbauwerken (z.B. Sperren, Wehre und Staumauern), die Unterbindung des Materialaustausches mit der Sohle (z.B. durch Deckwerke) und die Verhinderung des lateralen Materialeintrages (z.B. durch Uferverbauungen). Bei Unterbrechungen des Längskontinuums ist von Bedeutung welche Sedimentfraktion - Geschiebe, Schwebstoffe oder beide – zurückgehalten wird, und ob der Rückhalt vollständig, d.h. auch bei größeren Abflüssen, oder teilweise, d.h. nur in einem bestimmten Abflussbereich, gegeben ist. Longitudinale Kontinuumsunterbrechungen haben nicht nur eine Auswirkung auf die Verfügbarkeit des Materials sondern auch auf die Zeitliche Komponente des Sedimenttransportes (z.B. Einfluss von Kraftwerksbetrieb auf den zeitlichen Verlauf des Sedimenttransportes).

Materialentnahmen und –zugaben werden zu verschiedensten Zwecken durchgeführt, und bewirken eine Änderung der zum Transport verfügbaren Materialmenge.

Einige Einflüsse und deren Auswirkungen sind in *Tabelle 1* dargestellt.

Tabelle 1: Anthropogene Einflüsse auf den Sedimenthaushalt und ihre Auswirkungen (BMLFUW and ÖWAV 2011).

Einfluss	Auswirkung
Klimawandel	Änderung Feststoffhaushalt, -transport
Landnutzungsänderung	Änderung Feststoffhaushalt
Errichtung von Querbauwerken	Änderung des Sedimentkontinuums und Transportvermögens
Baggerungen	Geschiebedefizit (bei Entnahme)
Erhöhung der Transportkapazität (Breitenreduktion, Gefällserhöhung, Laufverkürzung, etc.)	Sohleintiefung
Verringerung der Transportkapazität	Sohlauflandung
Unterbindung der Seitenerosion und Morphodynamik	Feststoffdefizit, Tiefenerosion
Abtrennung der Überflutungsflächen durch Dämme	Erhöhung des Transportvermögens und damit der Sohlbelastung

4.2.2 PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN

Abbildung 15 zeigt die geomorphologischen Auswirkungen der Errichtung eines Dammes. Generell führt ein unausgeglichener Feststoffhaushalt, charakterisiert durch Sedimentdefizit einerseits und Sedimentüberschuss andererseits, zu Sohleintiefung (*incision*) und Sohlhebung (*aggradation*) bzw. morphologischen Änderungen des Fließgewässers.

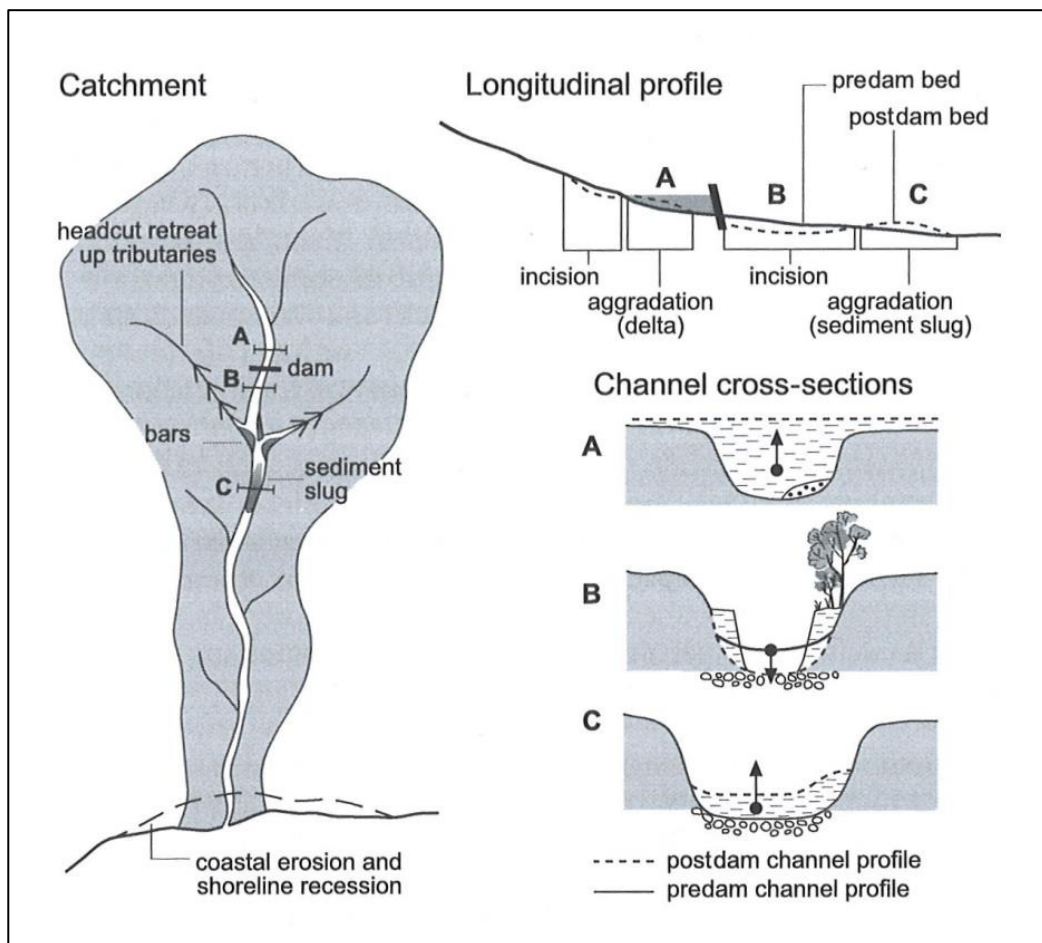


Abbildung 15: Geomorphologische Auswirkungen der Dammerrichtung auf den Flusscharakter (Brierley und Fryirs, 2005).

4.2.2.1 SEDIMENTDEFIZIT

Folgende Ursachen können in einem Flussabschnitt zu Sedimentdefizit führen (Knighton, 1998; Brierley und Fryirs, 2005; Habersack und Piégay, 2008; Habersack, 2009; Habersack et al., 2011; Bauhaus-Universität and DWA 2009):

- Rückhalt durch Querbauwerke oberhalb des Abschnitts (z.B. Bauwerke der Wildbach- und Lawinerverbauung, Wehre und Kraftwerke, sonstige Querbauwerke)
- Verhinderung von Materialeintrag flussauf und im Abschnitt durch Längsbauwerke (z.B. Uferbauwerke)
- Verstärkter Sedimenttransport bzw. der Erhöhung der Transportkapazität innerhalb des Abschnitts (z.B. durch Begradigung, Einengung, Laufverkürzung und Verbauung oder erhöhte Abflussspitzen durch z.B. Versiegelungen) und
- Entnahme von Material.

Durch Sedimentdefizit kann es zur Sohlintiefung (Abbildung 16) und bis hin zum Sohldurchschlag (Abbildung 17) kommen (Knighton, 1998; WRS, 2000). Konkrete Auswirkungen dieser Problematik auf die einzelnen Bereiche sind in Tabelle 2 dargestellt. Sie reichen von Verwerfungen und Unterspülung von Bauwerken im Bereich des Flussbaus (Habersack, 2009) über ökologische Probleme (Jungwirth et al., 2003; Brierley und Fryirs, 2005) bis hin zu Standsicherheitsproblemen im Bereich der Energiewirtschaft sowie der Wildbach- und Lawinerverbauung (Brierley und Fryirs, 2005). Die Landwirtschaft kann von einem Flächenverlust betroffen sein, wenn durch das Sedimentdefizit verursachte Uferabbrüche und

Verwerfungen auftreten, sowie von Austrocknung durch Absenkung des Grundwasserspiegels (Brierley und Fryirs, 2005).

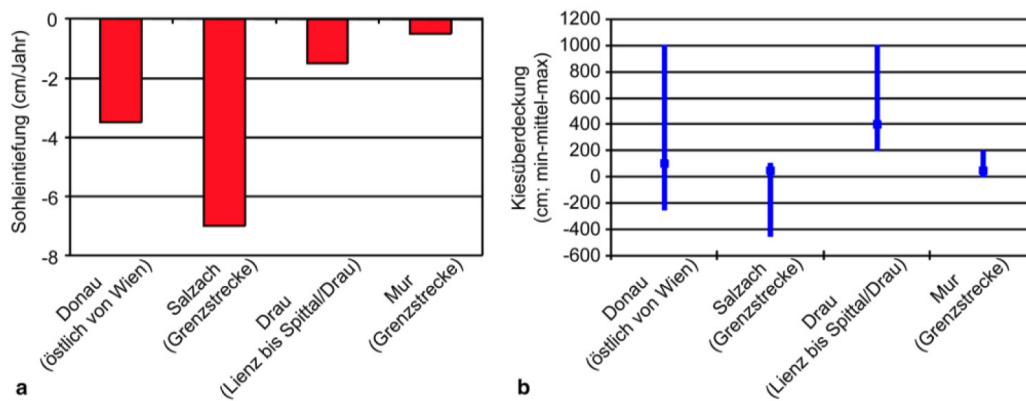


Abbildung 16: Mittlere Sohleintiefung pro Jahr (links) sowie die Kiesüberdackung (rechts) für die Donau östlich von Wien, die Salzach in der Grenzstrecke, die Drau im Bereich Lienz bis Spittal und an der Grenzstrecke der Mur (Habersack et al., 2012).



Abbildung 17: Sohldurchschlag (links) und Einsturz der Autobahnbrücke Lieferung (rechts) an der Salzach vom 13.08.1969 (WRS, 2000).

Tabelle 2: Auswirkungen von Sedimentdefizit.

Sektor	Auswirkungen von Sedimentdefizit
Flussbau	Sohleintiefung, Unterspülung von Bauwerken, Verwerfungen, Sohldurchschlag, ...
Ökologie	Absenkung des Grundwassers; Deckschichtbildung; Verlust von Habitatvielfalt und Biodiversität; Abtrennung der Nebengewässer vom Hauptgerinne
Energiewirtschaft	Stand sicherheitsprobleme, Betriebsprobleme, Hochwassersicherheit
Wildbach- und Lawinerverbauung	Verwerfungen, Unterspülung von Bauwerken, Sohldurchschlag, Stand sicherheitsprobleme, ...
Schifffahrt	Veränderung der Fahrrinnenparameter, freilegen von Felsen die die Schifffahrt beeinträchtigen können
Landwirtschaft	Verlust an Flächen; Austrocknung

4.2.2.2 SEDIMENTÜBERSCHUSS

Folgende Ursachen können in einem Flussabschnitt zu Sedimentüberschuss führen (Knighton, 1998; Brierley und Fryirs, 2005; Habersack und Piégay, 2008; Bauhaus-Universität and DWA, 2009):

- Rückhalt durch Querbauwerke unterhalb des Abschnitts
- Verringerter Sedimenttransport innerhalb des Abschnitts (z.B. Überbreiten infolge künstlicher Aufweitung, Verringerung des Sohlgefälles,...) und
- Materialeinträge (z.B. künstliche Zugabe von Material, verstärkter Materialeintrag von landwirtschaftlichen Flächen, durch Landnutzungsänderungen oder durch den Klimawandel,...).

Allgemein kann es durch Sedimentüberschuss zur Sohlhebung kommen (Knighton, 1998). Dies kann die in *Tabelle 3* dargestellten Auswirkungen in den einzelnen Bereichen nach sich ziehen. Im Bereich Flussbau kann es unter anderem zu einer Erhöhung des Hochwasserrisikos und zu Veränderungen von Zubringermündungen kommen. Die Ökologie ist durch die Verlandung von Neben-/Seitenarmen (Otto and Weibel 1999), Kolmation (Gutknecht et al, 1998) und die Aufhöhung von Überflutungsflächen (Knighton, 1998) betroffen. Letztere kann auch die Landwirtschaft betreffen, wo Ablagerungen infolge von Hochwasserereignissen die Bodenbearbeitung erschweren und Schäden an der Ernte verursachen können (BMLFUW, 2004). Im Bereich der Energiewirtschaft ist die Speicherverlandung problematisch (Schleiss et al., 2010; Boes, 2011); ebenfalls kann es zu Auswirkungen auf die Bauwerke der Wildbach- und Lawinerverbauung und zur Beeinträchtigung der Schifffahrtsrinne kommen.

Tabelle 3: Auswirkungen von Sedimentüberschuss.

Sektor	Auswirkungen von Sedimentüberschuss
Flussbau	Erhöhung des Hochwasserrisikos; Veränderung von Zubringermündungen; Auflandung im Bereich der Uferböschung in befestigten Uferbereichen, Verwerfungen
Ökologie	Verlandung von Neben-/Seitenarmen; Kolmation; Aufhöhung der Überflutungsflächen durch Feinsedimente
Energiewirtschaft	Speicherverlandung, Stauraumverlandung, Funktion der Betriebsorgane
Wildbach- und Lawinerverbauung	Auffüllen von Sperrenbauwerken
Schifffahrt	Beeinträchtigung der Schifffahrtsrinne
Landwirtschaft	Ablagerungen von Feinsedimenten, Bodenvernässung durch Versanden von Vorflutern

4.2.2.3 MORPHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN

Morphologische Veränderungen von Fließgewässer können positive aber auch negative Auswirkungen auf die verschiedenen Sektoren haben. Grundsätzlich sind flusstypspezifische Veränderungen morphologischer Strukturen (z.B. Sohlumlagerungen, Schotterbank- und

Mäanderentwicklung,...) im Sinne eines dynamischen Gleichgewichtes und vor allem in Hinblick auf die Erneuerung von Habitaten positiv zu sehen. Die Abnahme von Strukturen bzw. das Fehlen dieser (z.B. in stark regulierten oder kanalisierten Gewässern) wirkt sich meist negativ auf die Verfügbarkeit von Habitaten und die Biodiversität aus (Jungwirth et al., 2003).

Negative Auswirkungen können dann entstehen, wenn durch die Änderung von Strukturen (z.B. Vergrößerung/Wachsen von Schotterbänken bzw. Aufkommen von Vegetation und damit eine Umlenkung der Strömung) Ufer im Nahbereich von Siedlungen, andere Bauwerke oder Infrastruktureinrichtungen verstärkt angegriffen werden, und somit einen erhöhten Instandhaltungsaufwand verursachen. Weitere negative Auswirkungen sind in *Tabelle 4* aufgelistet.

Ursachen für die Abnahme von Strukturen sind vor allem Regulierungen wie Begradigung und Einengung, aber auch Veränderungen der Hydrologie (z.B. Restwasserstrecken) oder des Feststofftransportes (z.B. Kontinuumsunterbrechungen).

Tabelle 4: negative Auswirkungen von morphologischen Veränderungen.

Sektor	Auswirkungen von morphologischen Veränderungen
Flussbau	Veränderung der Abflussbedingungen (z.B. Durchflusskapazität, Anströmungsrichtung und -geschwindigkeit,...) durch Strukturänderungen und dadurch ev. Gefährdung von Bauwerken und Siedlungsraum; ev. Auswirkung auf das Hochwasserrisiko
Ökologie	Verlust an Biodiversität und Habitaten durch die Abnahme von Strukturen bzw. der Veränderung des Substrates (z.B. Kolmation)
Energiewirtschaft	Verstärkter Angriff von Bauwerken, ev. Probleme im Bereich der Triebwasserfassungen
Wildbach- und Lawinverbauung	Verstärkter Angriff von Bauwerken
Schifffahrt	Verschlechterung der Fahrrinnenparameter durch wandernde Sohlformen oder Bildung von Schotterbänken im Nahbereich der Fahrrinne
Landwirtschaft	Durch erhöhten Angriff von Ufer bzw. Seitenerosion, ev. Flächenverluste

4.3 MAßNAHMEN UND LÖSUNGSANSÄTZE

Im Rahmen einer Renaturierung oder anderer wasserbaulicher Maßnahmen gibt es verschiedenste Möglichkeiten den Feststoffhaushalt bzw. den Sedimenttransport in einem Flussabschnitt zu verändern. Wie in *Abbildung 18* dargestellt, kann der Input in den Flussabschnitt beeinflusst werden, indem man mehr oder weniger Material flussauf oder in Zubringern zurückhält bzw. mobilisiert, oder durch Zugaben (z.B. Verklappung) bzw. Entnahmen (Baggerungen) den Feststoffhaushalt im Flussabschnitt verändert. Weitere Parameter die beeinflusst werden können sind der Erosionswiderstand der Sohle (z.B. Veränderung der Korngrößen, Abpflasterung,...), das Energieliniengefälle (z.B. Laufverlängerung bzw. -verkürzung, ...) und die auftretenden Sohlschubspannungen (z.B. Verbreiterung bzw. Einengung/Kanalisation).

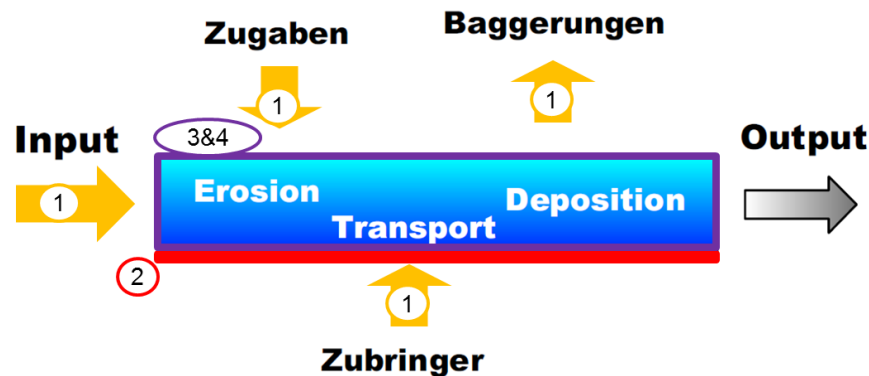


Abbildung 18: Veränderbare Parameter des Sedimenthaushaltes in einem Gewässerabschnitt. 1) Sedimentregime (Erhöhung/Minderung von Input/Zugaben bzw. Entnahme), 2) Erosionswiderstand der Sohle, 3) Energieliniengefälle, und 4) Sohlschubspannung.

Die folgende Zusammenstellung gibt einen Überblick über verschiedene Maßnahmen, um die Probleme im Zusammenhang mit dem Feststoffhaushalt und Sedimenttransport einzudämmen bzw. in den Griff zu bekommen. Es muss jedoch angemerkt werden, dass bei vielen dieser Maßnahmen die Planungsgrundlagen und -kriterien, die praktischen Umsetzungen und deren Funktion bzw. Langzeitwirkung **noch nicht ausreichend erforscht** sind. Weiters ist zu beachten, dass je nach Maßnahme die ökologischen Auswirkungen sowohl positiv als auch negativ sein können und deren Nachhaltigkeit in Bezug auf die Verbesserung des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie stark variiert.

4.3.1 MAßNAHMEN GEGEN SOHLEINTIEFUNG

Wie zuvor angeführt kann zur Lösung von Problemen an verschiedenen Parametern „gedreht“ werden. Im Fall der Sohleintiefung sind dies die Änderung des Sedimentregimes damit mehr Material im Abschnitt zur Verfügung steht, die Erhöhung des Erosionswiderstandes der Sohle damit die Eintiefung nicht oder zumindest langsamer voranschreitet, und die Reduktion des Energieliniengefälles und der Sohlschubspannung um die Transportkapazität zu vermindern. Für alle vier Bereiche sind in *Abbildung 19* verschiedene Umsetzungsmöglichkeiten angegeben. Für einige davon werden im Weiteren praktische Beispiele angeführt (Habersack et al., 2012).

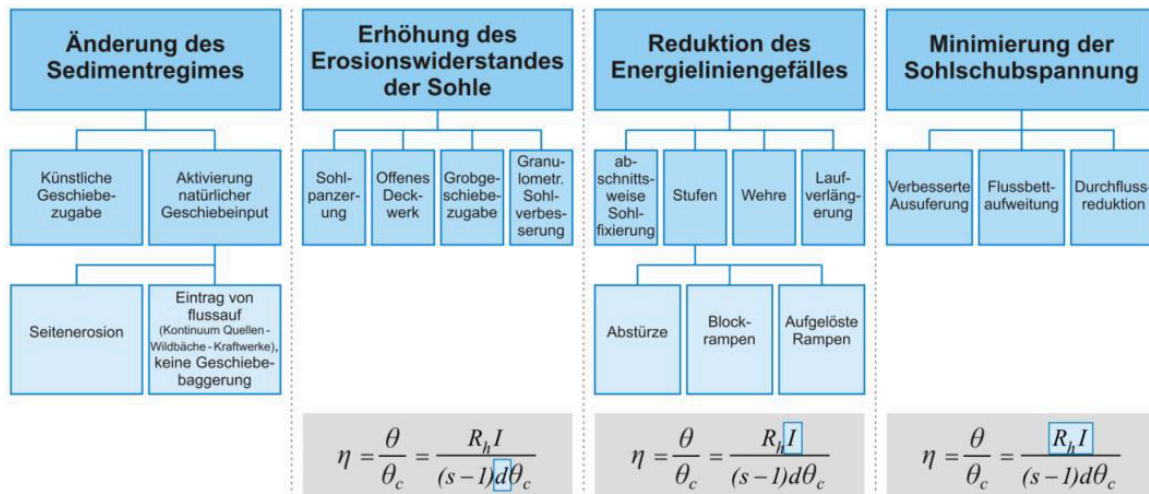


Abbildung 19: Übersicht über Maßnahmen zur Sohlstabilisierung (Habersack et al., 2012).

4.3.1.1 ÄNDERUNG SEDIMENTREGIME

Die Änderung Sedimentregime bzw. die Förderung des Geschiebeeintrages kann entweder durch die Aktivierung natürlicher Geschiebequellen (Eintrag von flussauf bzw. Mobilisierung von Sedimenten im Einzugsgebiet, Seitenerosion) oder durch künstliche Zugabe erfolgen. Voraussetzung für das Funktionieren solcher Maßnahmen ist die Einbeziehung des gesamten Einzugsgebietes oder zumindest längerer Gewässerstrecken (Habersack et al., 2012).

Um den **Eintrag von flussauf bzw. die Mobilisierung von Sedimenten im Einzugsgebiet** zu ermöglichen, ist häufig eine Änderung von Querbauwerken nötig. Als Beispiele seien hier der Um-/ Neubau einer Wildbachsperre (Abbildung 20) und die Weitergabe bzw. das Durchleiten von Sedimenten an Talsperren (Abbildung 21) angeführt. Diese Maßnahmen tragen dazu bei, dass das Material aus dem Einzugsgebiet den behandelten Gewässerabschnitt erreichen kann und somit das Kontinuum zumindest teilweise wieder hergestellt ist.

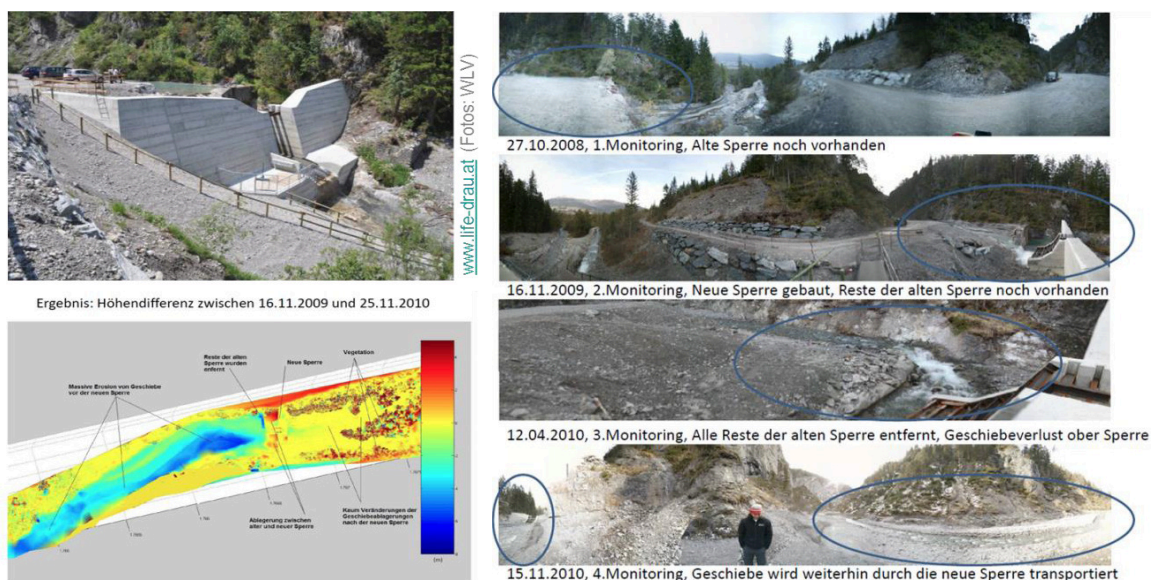


Abbildung 20: Verbesserung des Sedimentkontinuums am Beispiel des Sperrenneubaus Feistritzbach (www.life-drau.at).

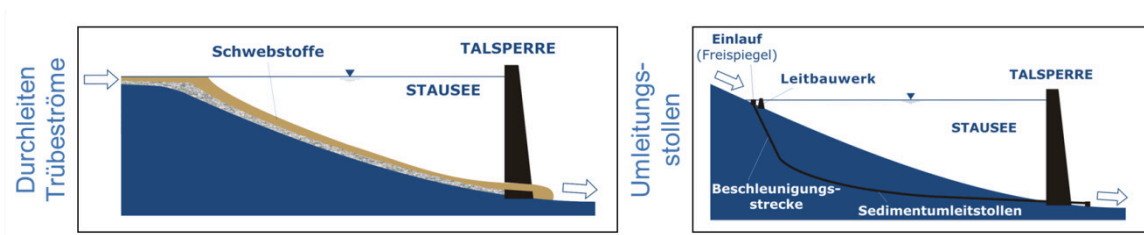


Abbildung 21: Beispiele für die Weitergabe/Durchleitung von Sedimenten an Talsperren (modifiziert nach Boes 2011).

Das Zulassen der **Seitenerosion** stellt ebenfalls eine Möglichkeit dar, um das verfügbare Material im Gewässerabschnitt zu erhöhen. Es ist jedoch zu beachten, dass dieses nur eine temporäre Maßnahme ist und mit einer eigendynamischen Aufweitung des Gewässers einhergeht. Diese Maßnahme wurde bereits an einigen Gewässern z.B. der Drau, der Donau östlich von Wien oder der Grenzmur in Verbindung mit anderen Maßnahmen ausgeführt (Abbildung 22 und Abbildung 23).



Abbildung 22: Materialeintrag durch Seitenerosion am Beispiel der Grenzmur (Habersack et al., 2013a).



Abbildung 23: Uferrückbau im Bereich der Naturversuchsstrecke an der Donau (Fotos: via donau).

Auch die **künstliche Geschiebezugabe** gehört in den Bereich der Änderungen des Sedimentregimes und bewirkt eine Erhöhung des in einem Abschnitt vorhandenen Materials. Ein Beispiel dafür ist die seit 1998 bescheidmäßig vorgeschriebene Geschiebezugabe in die Donau flussab des Kraftwerkes Freudenu durch die Verbund Hydro Power AG (Abbildung 24). Es sei aber erwähnt, dass sich die Donau trotz dieser für die Erhaltungsstrecke von 11 km Länge vorgesehene Menge im Mittel um 2 cm pro Jahr eintieft (Habersack et al., 2012).

Ein anderes Beispiel für künstliche Geschiebezugaben ist Iffezheim am Rhein (vgl. Gözl, 2002), wodurch eine Kompensation der Sohleintiefung erreicht werden konnte.

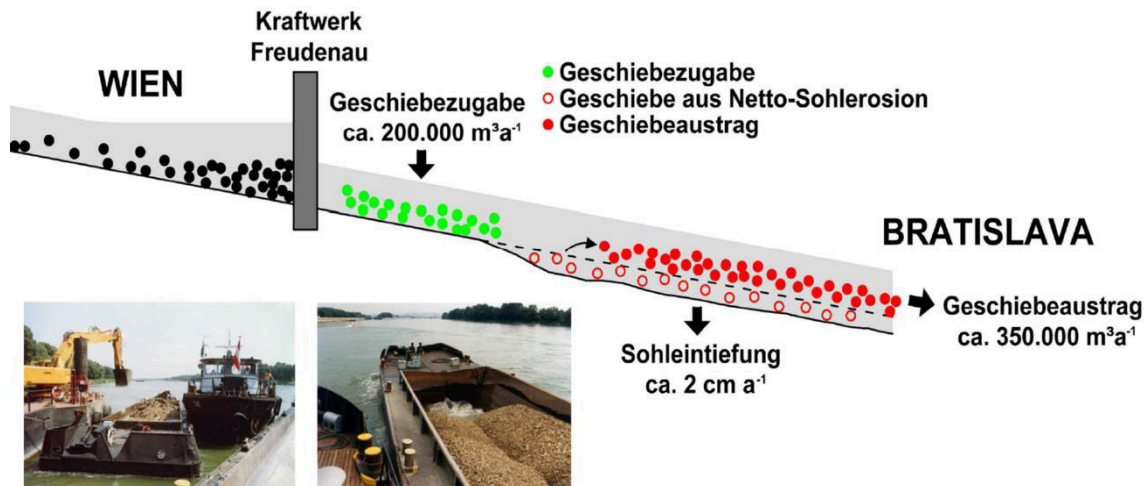


Abbildung 24: Künstliche Geschiebezugabe flussab des Kraftwerks Freudenu (Habersack et al., 2012; Fotos: Verbund).

4.3.1.2 ERHÖHUNG DES EROSIONSWIDERSTANDES DER SOHLE

Maßnahmen, die der Erhöhung des Erosionswiderstandes der Sohle dienen, sind unter anderem die Sohlpanzerung, Deckwerke und die granulometrische Sohlverbesserung. Ziel dieser Maßnahmen ist es, durch das künstliche Aufbringen von größerem Material das ursprüngliche Sohlmaterial vollständig vor der Erosion zu schützen oder diese zu erschweren.

Die granulometrische Sohlverbesserung (GSV) ist eine neuere Maßnahme, bei welcher Material aufgebracht wird, dass eine Vergrößerung der Sohle innerhalb der Korngröße der Sohle bewirkt. Das heißt die aufgebrachten „Körner“ sind kleiner als das bestehende Größtkorn der Sohle, aber die Zusammensetzung des Materials besteht nur aus den größeren Korngrößen des ursprünglichen Sohlmaterials (Abbildung 25). Dadurch ist die Sohle bei Hochwasser zwar mobil, aber der Austrag durch die geringeren Transportweiten und geringere Transportwahrscheinlichkeiten der größeren Körner, deren Massenanteil erhöht wurde, vermindert.

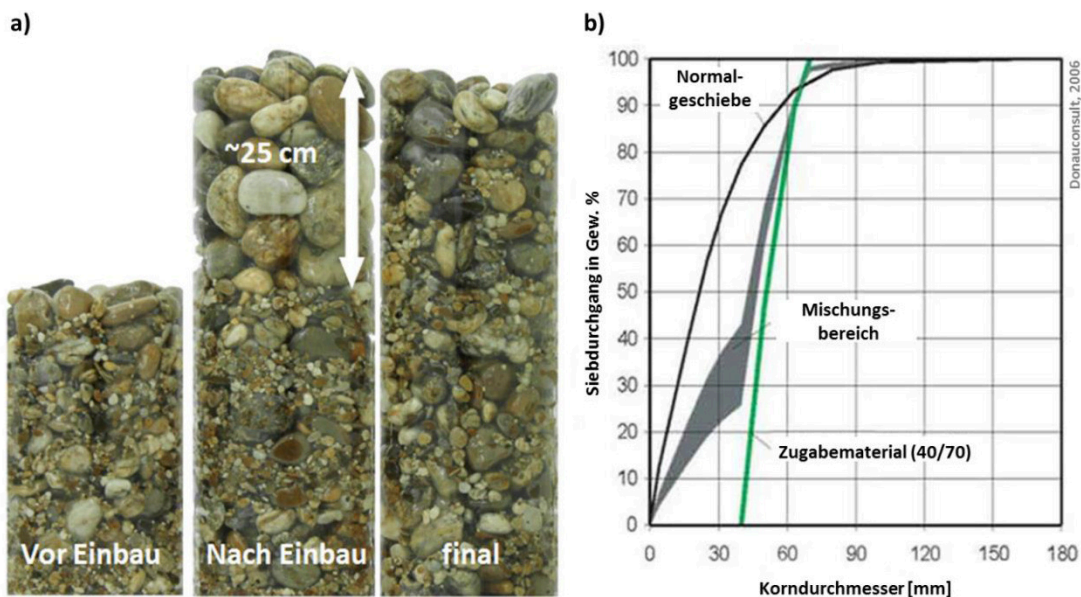


Abbildung 25: Voraussichtliche Entwicklung der granulometrischen Sohlverbesserung (GSV). a) GSV in den geplanten Zuständen, b) Korngrößenverteilung von Normalgeschiebe, Zugabematerial und der erwarteten Mischung (Habersack et al., 2012).

4.3.1.3 REDUKTION DES ENERGIELINIENGEFÄLLES

Zur Reduktion des Energieliniengefälles können folgende Maßnahmen angewandt werden: Stufen, Wehre, abschnittsweise Sohlfixierungen und Laufverlängerung wie z.B. die Wiederanbindung von Mäanderbögen (Abbildung 26) oder die Wiederherstellung pendelnd-mäandrierender Linienführung (Abbildung 27).

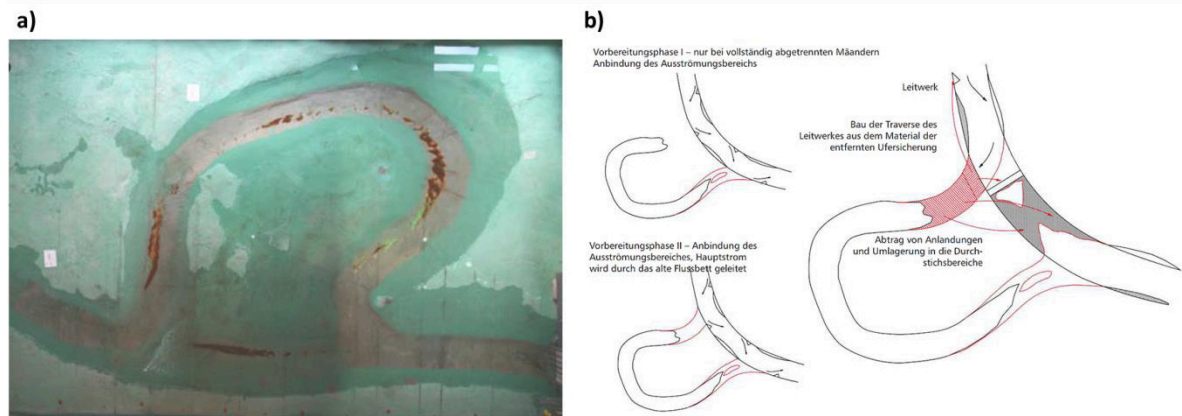


Abbildung 26: Mäanderanbindung; a) Untersuchung der Sedimentationsbereiche (dunkle Bereiche) mittels Modellversuch (Krapesch et al., 2009), b) Umsetzungsphasen der Wiederanbindung eines Mäanders (<http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltthemen/wasser/Thaya/thaya-broschuere.pdf>).

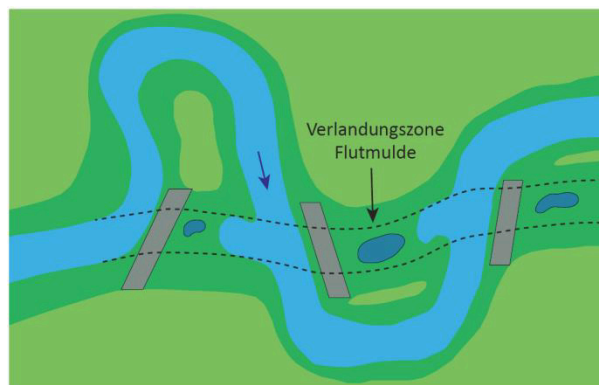


Abbildung 27: Laufverlängerung durch die Herstellung pendelnd-mäandrierender Linienführung (Eberstaller-Fleischhanderl und Eberstaller, 2014).

4.3.1.4 MINIMIERUNG DER SOHLSCHUBSPANNUNG

Unter die Maßnahmen zur Reduktion der Sohlschubspannung fallen verbesserte Ausuferung, Durchflussreduktion und Flussbettauflerung. Mit diesen Maßnahmen wird neben der Reduktion des hydraulischen Radius auch die Verringerung des Energieliniengefälles angestrebt (Habersack und Nachtnebel, 1995). Aus dieser Gruppe gewinnen die Aufweitungen mehr und mehr an Bedeutung. Einige Maßnahmen sind in Abbildung 28 dargestellt.

Bei Untersuchung umgesetzter Aufweitungen hat sich gezeigt, dass für eine sohlstabilisierende Wirkung dieser Maßnahme ein intakter Feststoffhaushalt - insbesondere ein aufrechter Geschiebeeintrag aus dem Einzugsgebiet – Grundvoraussetzung ist (Habersack et al., 2013b).



Amt der Kärntner Landesregierung – Drau (Kleblach)



Amt der Stmk. Landesregierung - Mur (Gosdorf)



Foto: Kunrath W. – Salzach (Neukirchen)



Amt der Tiroler Landesregierung – Lech (Bach)



Foto: Feichtinger L. – Traun (Lahnstein)

Abbildung 28: Aufweitungen an verschiedenen Gewässern; weiter Beispiele finden sich unter www.wasseraktiv.at/gewaesser-karte.

4.3.2 MAßNAHMEN GEGEN SPEICHERVERLANDUNG

Abbildung 29 bietet einen Überblick von Maßnahmen gegen die Speicherverlandung.

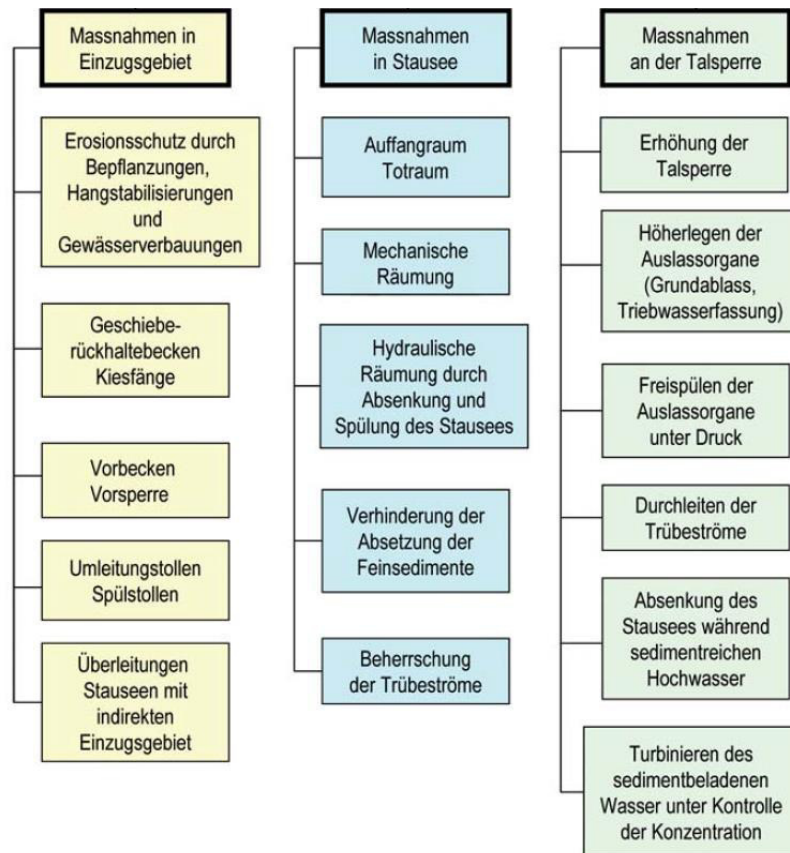


Abbildung 29: Maßnahmenübersicht gegen Speicherverlandung (Schleiss et al., 2010).

Es muss beachtet werden, dass Maßnahmen, die auf die Lösung ökologischer Probleme im Zusammenhang mit der Speicherverlandung abzielen darin nicht inkludiert sind, aufgrund des unterschiedlichen Fokus, der es erschwert, sie in das Schema einzufügen. Maßnahmen gegen die ökologischen Folgen der Speicherverlandung werden in Kapitel 4.3.2.5 behandelt.

4.3.2.1 MAßNAHMEN IM EINZUGSGEBIET

Obwohl zahlreiche Autoren (z.B. Schleiss et al., 2010; Boes, 2011) die Wichtigkeit präventiver Maßnahmen betonen – d.h. diejenigen, die auf Einzugsgebietsebene getroffen werden – sind wenige Publikationen und quantitative Studien zu diesem Thema verfügbar. Erosion im Einzugsgebiet ist die Hauptursache für den Feststoffeintrag in den Speichersee (Vischer, 1981), daher wäre der Eingriff in diesen Prozess eine naheliegende Maßnahme.

Neben **technischen Maßnahmen**, die das Sedimentkontinuum unterbrechen und deren Ablagerungen in regelmäßigen Abständen geräumt werden müssen (z.B. Geschieberückhaltebecken, Kiesfänge, Vorbecken und Vorsperren), gehört die Verbesserung des **natürlichen Feststoffrückhaltes** (z.B. Erosionsschutz durch Bepflanzung, Aufforstung und Hangstabilisierungen, sowie sensible Landnutzungs- und managementpraktiken) ebenfalls zu Maßnahmen die im Einzugsgebiet gesetzt werden können. Weiters können **Umleitungstollen/Spülstollen** (Abbildung 30) und **Überleitungen** bzw. Stauseen mit indirektem Einzugsgebiet zu dieser Gruppe gezählt werden.

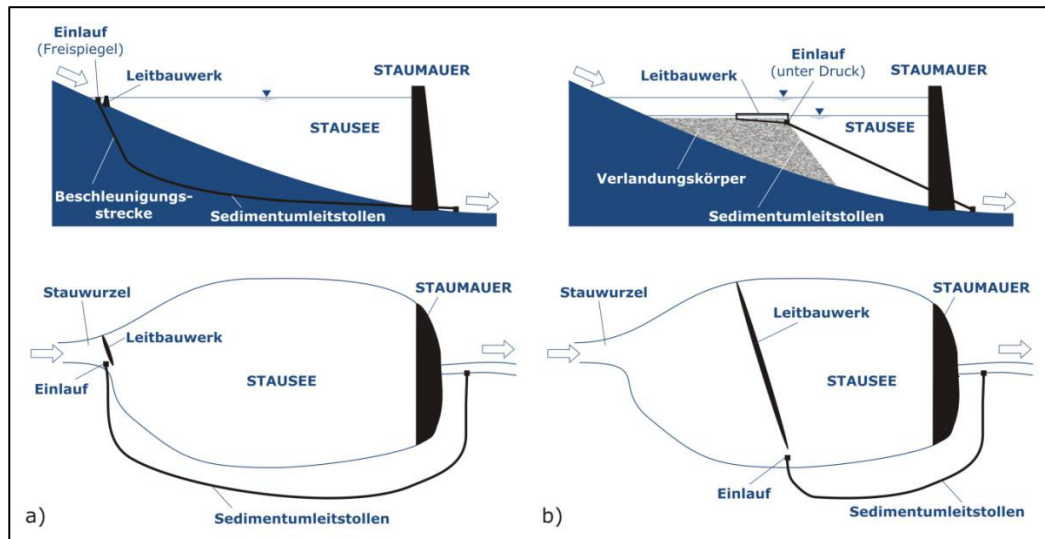


Abbildung 30: Schematische Darstellung eines Sedimentumleitstollens (nach Boes, 2011). Einlaufbauwerk a) an der Stauwurzel und b) im Stauee; Längsschnitt (oben) und Grundriss (unten).

4.3.2.2 MAßNAHMEN IM STAURAUM

Bei den Maßnahmen im Stauraum handelt es sich um den Auffangraum/Totraum, mechanische und hydraulische Räumungen, die Verhinderung des Absetzens von Feinsedimenten, sowie das Beherrschen der Trübestrome.

Bei der Planung des Kraftwerks wird der **Totraum** anhand der zu erwartenden Feststoffeinträge innerhalb eines bestimmten Zeitraumes grob abgeschätzt. Dies kann jedoch nicht als nachhaltige Maßnahme betrachtet werden, sondern verschiebt lediglich das Problem der Speicherverlandung für die nächste Generation (Vischer, 1981; Schleiss et al., 2010).

Die **mechanische Räumung** kann entweder trocken (Absenkung des Wasserspiegels und unter Einsatz herkömmlicher Baumaschinen) oder nass (keine Wasserspiegelsenkung nötig, Einsatz von Spezialmaschinen z.B. Pontonbagger, Saugbagger) durchgeführt werden. Während Geschiebe (Kies) einfach für Bauzwecke wiederverwendet werden kann, stellt feines und/oder kontaminiertes Material eine ernsthafte Herausforderung der Entsorgung dar und kann diese Maßnahme sehr kostspielig machen (Vischer, 1981; ÖWAV, 2000; Gaisbauer und Knoblauch, 2001).

Stauraumspülungen (Hydraulische Räumungen) werden üblicherweise als die einfachste und wirtschaftlichste Maßnahme gegen die Speicherverlandung angesehen. Um die erforderliche Sohlschubspannung zu erreichen ist es jedoch notwendig, den Wasserspiegel völlig abzusenken (Abbildung 31), was eine große Einbuße im Stromertrag mit sich bringt. Daher wird bei Jahresspeichern eine Spülung normalerweise in Kombination mit anderen Wartungsarbeiten durchgeführt. Üblicherweise wird als Unterstützung eine mechanische Räumung durchgeführt, um eine höhere Effizienz zu erzielen. Die resultierenden Spitzen an Schwebstoffen im Unterwasser des Kraftwerks können ökologische Probleme verursachen und Grenzwerte müssen beachtet und überwacht werden (ÖWAV, 2000; Gaisbauer und Knoblauch, 2001; Boes, 2011).

Im Gegensatz zur Freispiegelspülung eines Stauees erfordert die **Druckspülung** keine vollständige Absenkung des Wasserspiegels. Daher hat sie lediglich eine geringe Auswirkung auf das nutzbare Speichervolumen, kann jedoch durch die Ausbildung eines lokalen Erosionstrichters im natürlichen Reibungswinkel des Materials unter Auftrieb helfen, die Triebwasserfassung frei von Feststoffen zu halten.

Nach der Ausbildung bleibt dieser Erosionstrichter relativ stabil, wenn kein zusätzliches Material in den Stausee gelangt und der Wasserspiegel bzw. die Fließgeschwindigkeit in der Nähe des Grundablasses gleich bleibt. Wird jedoch der Wasserspiegel im Verlauf der Spülung abgesenkt, wird der Trichterrand erodiert und rückschreitende Erosion tritt auf.

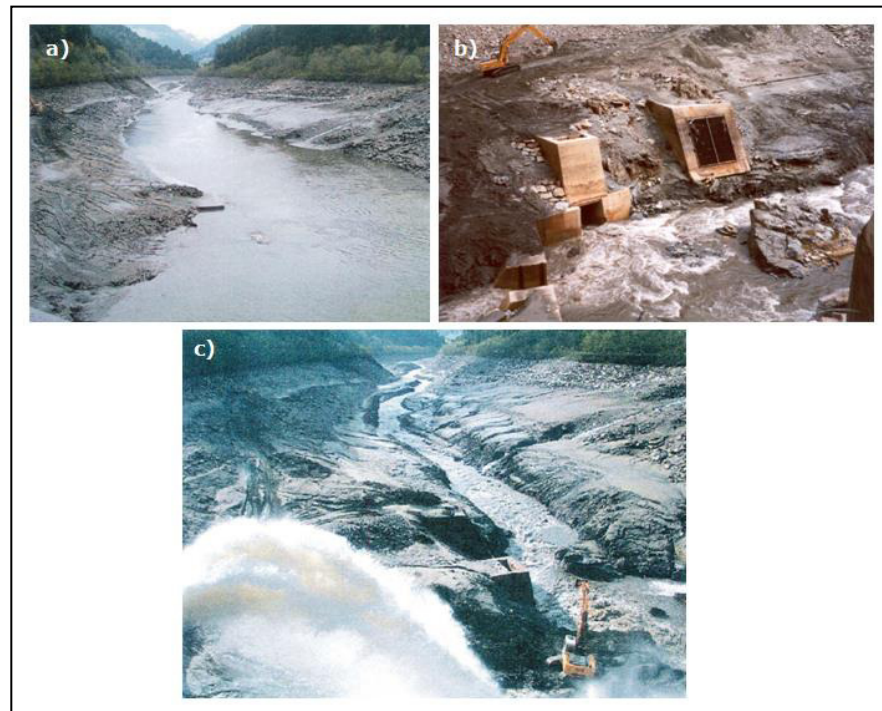


Abbildung 31: Spülung des Großsölk-Speichers, a) während der Entleerung, b) Grundablass und Einlaufbauwerk während der Spülung, c) Erosionskanal am Ende des Spülvorgangs (Habersack et al., 2002).

Ist der Stausee groß genug, kann er in eine Sedimentations- und eine Nutzungsfläche unterteilt werden. Erstere kann sogar einen ökologisch wertvollen Lebensraum darstellen. Die **Umverteilung** erfolgt entweder **mechanisch (Baggerung) oder mittels spezieller Konstruktionen (Buhnen, Leitwerke)**, die den Fluss der Feststoffe steuern (Gaisbauer and Knoblauch, 2001; ÖWAV, 2000). Es ist jedoch zu bedenken, dass diese Maßnahme nur zeitlich begrenzt ist und vom verfügbaren Volumen sowie dem jährlichen Feststoffeintrag abhängt.

Da Trübestrome als die Hauptursache für den Transport von feinen Feststoffen in Richtung Talsperre identifiziert wurden, sind sie im Fokus vieler jüngerer Publikationen (z.B. Schleiss et al., 2010; Oehy et al., 2010).

Durchschleusen („venting“) der **Trübestrome** durch den Grundablass wäre die wohl effektivste Maßnahme (Abbildung 32). Die Funktionalität der Maßnahme hängt u.a. von der Temperaturdifferenz des Zulaufs und des Speichers, von Dichteunterschieden und der Grundablasskapazität ab. Diese Maßnahme wird nur selten angewandt; beispielsweise wenn der Grundablass ohnehin während eines Hochwasserereignisses geöffnet werden muss, oder bei Stauseen mit einem relativ großen Einzugsgebiet, wo der Grundablass speziell für das Durchschleusen von Trübestromen ausgelegt wurde (Schleiss et al., 2010).

Generell zielen Maßnahmen zur **Beherrschung der Trübestrome** darauf ab, diese zu stoppen um sie vor einer Ablagerung an kritischen Stellen abzuhalten, oder sie zu verdünnen und daraufhin durch die Talsperre zu transportieren. Sie beinhalten die Konstruktion von durchlässigen und undurchlässigen Barrieren (Abbildung 33), wie Dämme oder Geotextilvorhänge, die Unterbindung der Sedimentation mit

hydraulischen Mitteln (Düsenstrahl), das Durchschleusen, sowie die Verdünnung und das darauffolgende Turbinieren des feststoffbeladenen Wassers (Schleiss et al., 2010; Oehy et al., 2010).

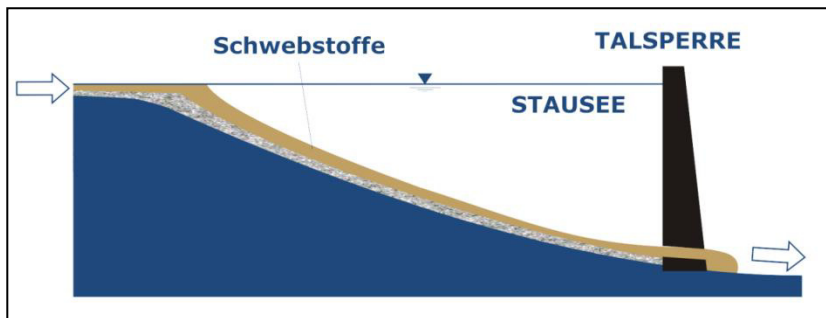


Abbildung 32: Durchschleuung von Trübeströmen durch die Talsperre.

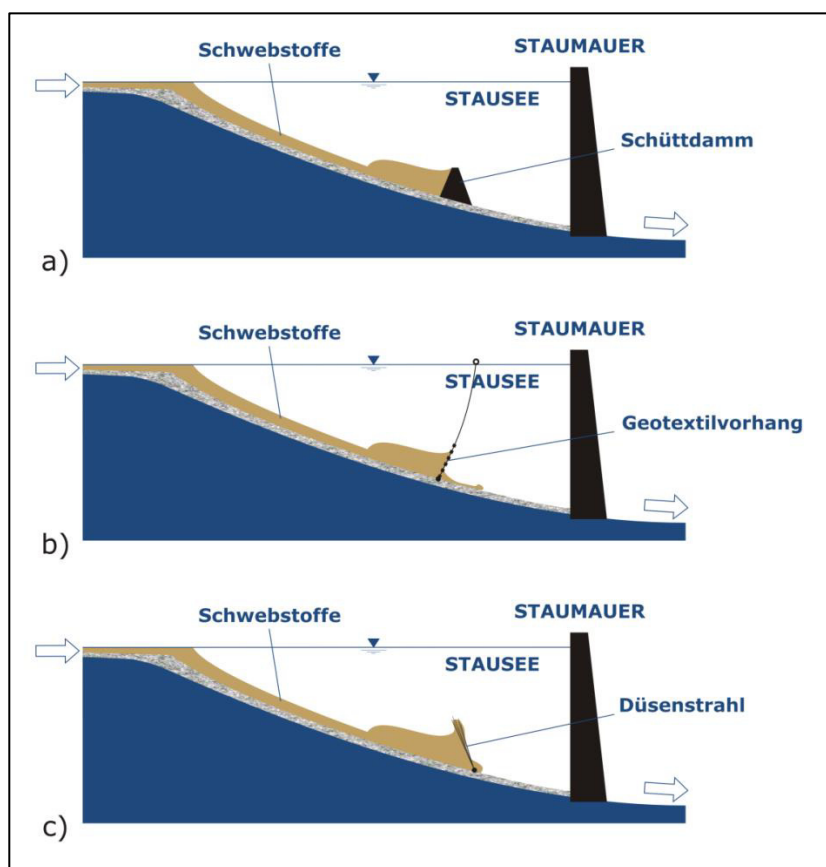


Abbildung 33: Schematische Übersicht über Maßnahmen zur Beherrschung von Trübeströmen und Ablagerung von Feinmaterial im Stauee (nach Schleiss, 2007; Oehy et al., 2010). a) Schüttdamm, b) Geotextilvorhang, c) geneigter Düsenstrahl.

4.3.2.3 MAßNAHMEN AM STAUBAUWERK

Zu den Maßnahmen am Staubauwerk zählt die Erhöhung der Talsperre, Höherlegen der Auslassorgane, Freispülen der Auslassorgane unter Druck, Absenkung des Stauees während sedimentreichen Hochwasser, Durchleiten der Trübeströme und das Turbinieren des sedimentbeladenen Wassers.

Um kontinuierlich **feststoffbeladenes Wasser zu turbinieren** müssen die Schwebstoffe im Bereich der Wasserfassung in Schwebelage gehalten werden. Um Abrasionsschäden an den Anlagenteilen und ökologischen Schaden im Unterwasser des Kraftwerks zu vermeiden sollte die Feststoffkonzentration unter einem bestimmten Schwellenwert bleiben (Schleiss et al., 2010).

4.3.2.4 MAßNAHMEN BEI LAUFKRAFTWERKEN

Der ÖWAV (2000) erwähnt mechanische Räumung, Speicherspülung und Umlagerung der Feststoffe als geeignete Maßnahmen, um der Verlandungsproblematik bei Laufkraftwerken zu begegnen. Um die Wirksamkeit der Spülung zu verbessern, können diese Maßnahmen auch kombiniert bzw. von folgenden konstruktiven Maßnahmen unterstützt werden: Buhnen, Leitwerke und Initialrinne bzw. Spülrinne.

Obwohl nicht alle spezifisch genannt werden, kann davon ausgegangen werden, dass auch einige der Maßnahmen im Einzugsgebiet – nämlich technische und natürliche Rückhaltemaßnahmen, sowie verbesserte Landnutzung und –management – für Laufkraftwerke geeignet sind. Andere hingegen sind aus technischen Gründen nicht anwendbar. Darüber hinaus können die Maßnahmen an der Wehranlagen wegen der unterschiedlichen Bauweise von Laufkraftwerken ausgeschlossen werden. Maßnahmen zur Beherrschung der Trübestrome werden nur für Speicherkraftwerke beschrieben. Analog zur Erhöhung der Staumauer bei alpinen Speichern, erwähnt der ÖWAV (2000) die Erhöhung von Begleitdämmen, um die Hochwassersicherheit zu gewährleisten. Dies kann als Alternative zu den anderen Maßnahmen für Laufkraftwerke betrachtet werden.

4.3.2.5 MAßNAHMEN GEGEN DIE ÖKOLOGISCHEN FOLGEN DER SPEICHERVERLANDUNG

Während die oben beschriebenen Maßnahmen hauptsächlich die sozio-ökonomischen und technischen Folgen der Speicherverlandung zu vermindern suchen – nämlich den Verlust der nutzbaren Speicherkapazität, sowie betriebliche und Sicherheitsprobleme – beschreiben Eberstaller et al. (2001) einige Methoden, um den ökologischen Konsequenzen zu begegnen:

- Stauraumverfüllung (*Abbildung 34*) um Bedingungen zu schaffen, die dem ursprünglichem Flusstyp entsprechen, und damit eine gewässertypische Lebensgemeinschaft wiederherzustellen;
- Uferstrukturierungen – beispielsweise mit Buhnen und Totholz – um die Lebensraumverhältnisse vor allem in kleineren Stauseen zu verbessern (vgl. *Abbildung 35*);
- Umlandvernetzung zur Erzielung einer lateralen Verbindung mit Überflutungsflächen und Seitenarmen (Eberstaller et al., 2001).

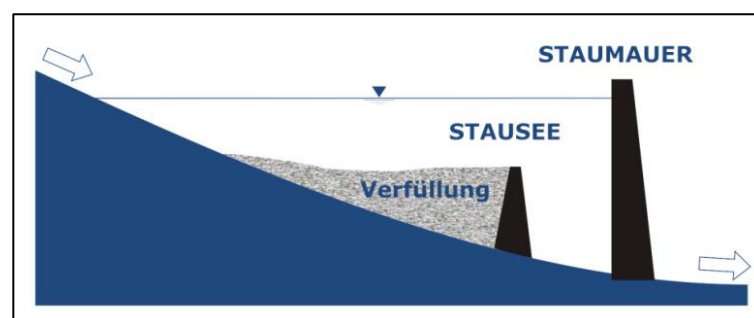


Abbildung 34: Schematische Übersicht über die Stauraumverfüllung, Längsschnitt (nach Eberstaller et al., 2001).

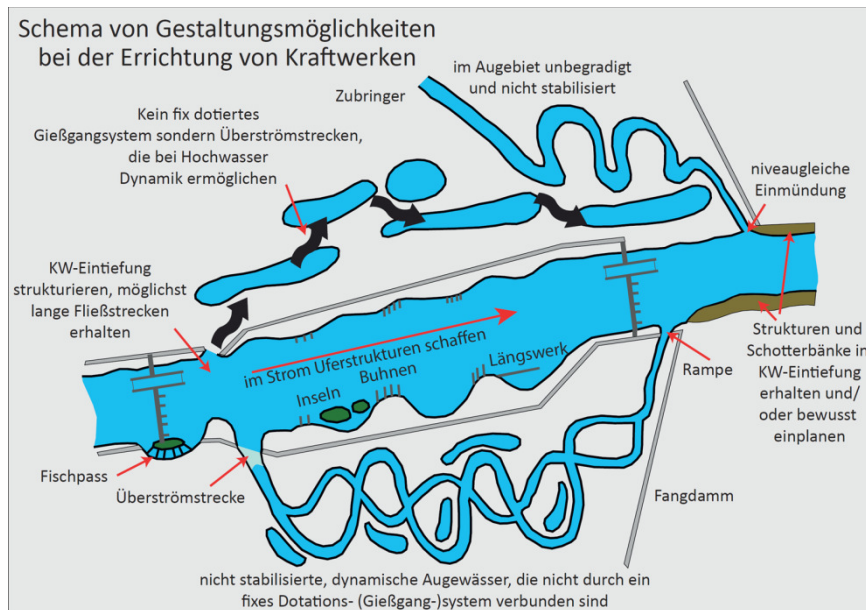


Abbildung 35: Strukturierungsmaßnahmen und Nebengewässervernetzung im Bereich von Stauräumen (IHG/BOKU zitiert in Eberstaller-Fleischhanderl und Eberstaller, 2014).

Natürlich können einige dieser Maßnahmen, insbesondere die Stauraumverfüllung, im Konflikt mit anderen als ökologischen Zielsetzungen stehen. Manche Publikationen beschreiben Staustauseen selbst als ökologisch wertvolle Lebensräume, nämlich als Feuchtgebiete im Sinne der Ramsar-Konvention, vor allem dann, wenn sensible Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt werden und ein gewisses Ausmaß an Verlandung zugelassen wird, sodass sich Sandbänke und Inseln bilden können (Elsner und Hartmann, 2001; Pöschl, 2001). Dennoch muss in jedem Fall das Aufstauen eines Flusses als Eingriff in dessen natürliche Abflussbedingungen und Feststoffhaushalt, und somit in dessen Ökologie, betrachtet werden (Eberstaller et al., 2001).

4.4 RECHTLICHE GRUNDLAGEN

In weiterer Folge wird ein kurzer Überblick über ausgewählte Rechtsmaterien gegeben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt des Projektes SED_AT stehen. Im Fokus dabei stehen Sedimente, die aus rechtlicher Sicht als Schutzgut, Ressource (Rohstoff), Räumgut (Abfall) und Gefahrenquelle betrachtet werden können.

4.4.1 WASSERRECHT

Die *EU-Wasserrahmenrichtlinie* (Richtlinie 2000/60/EG 2000) fordert das Erreichen eines guten chemischen und ökologischen Zustandes aller Wasserkörper bis 2015 (Art. 4(1)) und definiert dabei den ökologischen Zustand wie folgt: „die Qualität von Struktur und Funktionsfähigkeit aquatischer, in Verbindung mit Oberflächengewässern stehender Ökosysteme gemäß der Einstufung nach Anhang V“ (Art. 2(21)). *Tabelle 5* zeigt einen Auszug aus Anhang V der WRRL, wo unter der „normativen Begriffsbestimmung zur Einstufung des ökologischen Zustandes“ im Rahmen der Hydromorphologischen Qualitätskomponenten, bei der Begriffsbestimmung des „Sehr guten Zustandes“ dezidiert die Durchgängigkeit der Sedimente angesprochen wird.

Die Vorschrift, dass Wasserkörper, die den guten Zustand nicht erreichen, verbessert werden müssen („Verbesserungsgebot“), geht einher mit dem Verbot einer Verschlechterung des Zustandes („Verschlechterungsverbot“; Art. 4(1a)). Mitgliedsstaaten können erheblich veränderte Wasserkörper ausweisen („heavily modified water bodies“, HMWB), die bis 2015 ein gutes chemisches und ökologisches Potential erreichen müssen, basierend auf dem Kriterium, dass die zum Erreichen eines guten ökologischen Zustands erforderlichen Änderungen der hydromorphologischen Merkmale signifikante negative Auswirkungen auf andere sozioökonomischen Interessen, wie beispielsweise die Wasserkraftnutzung, hätte (Art. 4(3)). Weiters fordert die Richtlinie eine einzugsgebietsweite Vorgehensweise (Art. 3), und jeder Mitgliedstaat muss Bewirtschaftungspläne für die Einzugsgebiete erstellen (Art. 13).

Tabelle 5: Hydromorphologische Qualitätskomponenten (Richtlinie 2000/60/EG, Anhang 5).

Hydromorphologische Qualitätskomponenten	Sehr guter Zustand	Guter und mäßiger Zustand
Wasserhaushalt	Menge und Dynamik der Strömung und die sich daraus ergebende Verbindung zum Grundwasser entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.	Bedingungen, unter denen die [...] für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.
Durchgängigkeit des Flusses	Die Durchgängigkeit des Flusses wird nicht durch menschliche Tätigkeiten gestört und ermöglicht eine ungestörte Migration aquatischer Organismen und den Transport von Sedimenten.	Bedingungen, unter denen die [...] für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.
Morphologie	Laufentwicklung, Variationen von Breite und Tiefe, Strömungsgeschwindigkeiten, Substratbedingungen sowie Struktur und Bedingungen der Uferbereiche entsprechen vollständig oder nahezu vollständig den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.	Bedingungen, unter denen die [...] für die biologischen Qualitätskomponenten beschriebenen Werte erreicht werden können.

Die Umsetzung der WRRL in österreichisches Recht erfolgte mit der Wasserrechtsnovelle 2003, sowie u.a. mit der Gewässerzustandsüberwachungs-Verordnung (GZÜV) und der Qualitätsziel-Verordnung Ökologie (QZV-Ökologie). Damit änderten sich grundlegende Aspekte der Bewertung und Überwachung der Oberflächengewässer (BMLFUW und BAW, 2010). Gefordert ist nun eine gesamtheitliche Betrachtung der

Gewässersysteme, wobei nicht mehr nur chemische und stoffliche Verunreinigungen, sondern auch hydromorphologische Veränderungen Eingang finden sollen. Als hydromorphologische Risikokategorien gelten Restwasser, Schwall, Morphologie, Stau und Unterbrechung des Kontinuums (BMLFUW und BAW, 2010). Um den ökologischen Zustand zu beschreiben, werden für Fließgewässer folgende „biologischen Qualitätselemente“ herangezogen (QZV Ökologie §4 Abs.2):

- Phytoplankton;
- Fische;
- Makrozoobenthos;
- Phytobenthos und Makrophyten.

Generell basiert das Bewertungssystem auf der Abweichung des vorhandenen Zustands vom Referenzzustand, welcher den „Zustand bei Abwesenheit sehr geringfügiger menschlicher Einflüsse“, also den nahezu natürlichen Zustand, darstellt (BMLFUW und BAW, 2010). Hier ist auf den Zusammenhang der Organismen und der Gewässerstrukturen, die im engen Zusammenhang mit dem Feststoffhaushalt und dem Sedimenttransport stehen, aufmerksam zu machen. Grundvoraussetzung für das Vorkommen bestimmter Arten ist ein entsprechender morphologischer Zustand des Gewässers (z.B. dynamische Kiesbänke, Laichplätze,...) und ein funktionierender Sedimenthaushalt (siehe dazu Habersack und Hauer, 2008).

Wie bereits erwähnt, erfolgte die Umsetzung der WRRL in österreichisches Recht mit der Wasserrechtsnovelle 2003 und den zugehörigen Verordnungen. Der erste *Nationale Gewässerbewirtschaftungsplan* (NGP; BMLFUW, 2010) wurde für das Jahr 2009, gemäß den Vorschriften in Annex VII der WRRL, erstellt. Der NGP ist eine wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, aus dem sich die NGP-Verordnung nach WRG § 55c ableitet. Er wird alle 6 Jahre vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) in Kooperation mit den wasserwirtschaftlichen Planungen der Länder erstellt. Der NGP bezieht sich auf Flussgebiete und beinhaltet eine Beschreibung und Klassifizierung der einzelnen Gebiete, eine Ist-Bestandsanalyse der signifikanten Gewässernutzungen, Erhaltungs- und Sanierungsziele sowie notwendige Maßnahmen zur Zielerreichung – sowohl für Grund- als auch für Oberflächengewässer (BMLFUW, 2010). Im NGP 2009 (BMLFUW, 2010) wurde festgehalten, dass „in Bezug auf den Feststoffhaushalt bzw. die Feststoffdurchgängigkeit, laufende und neue Forschungsarbeiten zu diesem Themenbereich gemeinsam mit den betroffenen Stakeholdern in Bezug auf die Wechselbeziehungen zwischen Feststoffhaushalt und Gewässerökologie zu intensivieren und zu ergänzen“ sind.

Sedimente werden in der WRRL einerseits als **Schutzgut** betrachtet. Dies findet beispielsweise Ausdruck in der Definition der Umweltqualitätsnorm: „Die Konzentration eines bestimmten Schadstoffs oder einer bestimmten Schadstoffgruppe, die in Wasser, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf (Richtlinie 2000/60/EG, Art. 2 Ziffer 35)“. Andererseits gelten **Sedimente auch als Schadstoffträger**. Im Verzeichnis der wichtigsten Schadstoffe (Anhang VIII) werden unter anderem Schwebstoffe aufgelistet (Ziffer 10). Im WRG finden Sedimente Erwähnung als Qualitätsindikator zur Einstufung des ökologischen Zustands (WRG 1959, Anhang C), und „es können Qualitätsnormen für Wasser, Sedimente oder Biota festgelegt werden (Anhang D)“. Weitere relevante Bestimmungen des WRG für Sedimente finden sich im Zusammenhang mit Rohstoffgewinnung (§ 31c) und Räumpflicht (§ 50) (Bergthaler, 2013).

4.4.2 ENERGIERECHT

Das Energierecht umfasst eine Vielzahl an einschlägigen Gesetzen (von denen in weiterer Folge nur auf einige relevante Vorschriften für Wasserkraftwerke in Kürze eingegangen wird). Es besteht eine Teilung der Materie zwischen Bund und Ländern: Während beispielsweise das Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz das Grundsatzgesetz des Bundes (vgl. Artikel 12 Abs. 1 Z. 5 B-VG) darstellt, sind

nähere Bestimmungen in den Elektrizitätswesensgesetzen der Länder geregelt. Ein weiteres Bundesgesetz in diesem Zusammenhang ist das Ökostromgesetz. Auf EU-Ebene wird kurz auf die Erneuerbare-Energie-Richtlinie (2009/28/EG) eingegangen.

Genehmigungspflichten (Bewilligungspflichten) sind grundlegend für alle *Landesausführungsgesetze*. Sie regeln, welche Anlagen genehmigungspflichtig sind, Inhalt und Ablauf des Genehmigungsverfahrens sowie Genehmigungskriterien. Diese beinhalten, dass keine Gefährdung oder unzumutbare Belästigung von der Anlage ausgehen darf, dass ein geeigneter und erlaubter Standort vorliegen muss und dass die Anlage energieeffizient sein muss (Ausnahme Steiermark, Wien). In einigen Ländern wird auch gefordert, dass auf andere öffentliche Interessen sowie auf sonstige Verfahren „Bedacht zu nehmen“ ist. Auch der laufende Betrieb ist in den Ausführungsgesetzen geregelt.

Die *Erneuerbare-Energie-Richtlinie* (Richtlinie 2009/28/EG) ist Teil des EU Klima- und Energiepakets und setzt sich zum Ziel, Europas Verpflichtung gegenüber dem Kyoto-Protokoll durch den Ausbau erneuerbarer Energien zu erfüllen. Für Österreich setzt diese Richtlinie das bindende Ziel von 34 % für den Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen am Endenergieverbrauch, das bis 2020 erreicht werden muss, verglichen mit einem Anteil von 23,3 % 2005 (2009/28/EG, Annex I). Einer der Schritte, die auf nationaler Ebene ergriffen wurden, um dieses Ziel zu erreichen, ist die Erarbeitung der Energiestrategie Österreich (BMLFUW und BMWFJ, 2010). Bei der Umsetzung der Richtlinie im Hinblick auf den Ausbau der Wasserkraft sind Auswirkungen auf die Flussmorphologie, wie z.B. eine Beeinträchtigung der Gewässerstrukturen und der Habitatqualität oder ein Einfluss auf die Feststoffdurchgängigkeit, zu erwarten. Daher ist bei der Standortwahl und beim Neu- oder Umbau von Anlagen auf den Sedimenthaushalt und die Durchgängigkeit von Sedimenten zu achten.

4.4.3 FORSTRECHT

Das *Forstgesetz* von 1975 (Forstgesetz, 1975) sowie das Gesetz vom 30. Juni 1884, betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern (*RGBl. Nr. 117/1884*) stellen Grundlagen für die Wildbach- und Lawinenverbauung dar. Neben der Definition der Begriffe Wildbach und Wildbacheinzugsgebiete (§99) regelt das Forstgesetz (1975) unter §102 die Organisation des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung.

Im Zusammenhang mit Sedimenten werden im Forstgesetz (1975) Vorbeugemaßnahmen z.B. bezüglich der Entstehung und Ausweitung von Erosionen (§101 (Abs. 2)) genannt und die Räumung sowie die Durchführung von Maßnahmen zum Schutz der vorhandenen Bauwerke angesprochen (§101 (Abs. 8)).

4.4.4 SCHIFFFAHRTSRECHT UND AUSGEWÄHLTE RECHTSVORSCHRIFTEN FÜR DIE DONAU

Das Bundesgesetz über die Binnenschifffahrt (*Schifffahrtsgesetz*; SchFG, 1997) stellt die rechtliche Grundlage der Schifffahrt dar. Neben diesem Gesetz spielen noch weitere Rechtsvorschriften wie z.B. die *Wasserstraßen-Verkehrsordnung* (WVO, 2011; Gültigkeitsbereich Donau, March, Enns und Traun), oder das *Donauschutzübereinkommen* (1998) eine Rolle. Über die *Belgrader Konvention* vom 18.08.1948 bzw. dem Zusatzprotokoll vom 26.03.1998 geregelt (Donaukommission, 2014), sind die Donaustaaten verpflichtet, in ihren Donauabschnitten den schiffbaren Zustand zu erhalten und die Schifffahrtsbedingungen zu verbessern. Weiters ist auch das Europäische Übereinkommen über die Hauptwasserstraßen mit internationaler Bedeutung (*European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance*; AGN, 1996) wichtig. Die Ziele des AGN sind es, einheitliche technische und betriebliche Merkmale für Bau, Modernisierung, Rekonstruktion und Betrieb von für die internationale Schifffahrt bestimmten Wasserstraßen festzulegen.

Im *Wasserstraßengesetz* (2004), das die Aufgaben und Organisation der Bundes-Wasserstraßenverwaltung u.a. Gewässerinstandhaltung, Hochwasserschutz, Hydrografie, Instandhaltung Wasserstraße usw. regelt, ist

in §3 (Abs. 1 und 2) festgehalten, dass einerseits darauf zu achten ist, dass „nicht durch Ablagerungen von Geschiebe oder Schwebstoffen eine Behinderung der Schifffahrt oder Gefährdung von Uferbauten“ eintreten und andererseits Maßnahmen „unter größtmöglicher Schonung der Umwelt sowie naturnah vorzunehmen sind“ (Wasserstraßengesetz, 2004; §3 (Abs. 1 und 2)). Mit der Umsetzung dieser Aufgaben ist die via donau beauftragt, die unterschiedlichen Interessen zu vertreten, wodurch integrative Ansätze (vgl. flussbauliches Gesamtprojekt Donau östlich von Wien; Donauconsult, 2006) notwendig sind.

4.4.5 ABFALLWIRTSCHAFTSGESETZ

Weitere relevante Bestimmungen für Sedimente finden sich im Abfallrecht. Laut *Abfallwirtschaftsgesetz* (AWG) 2002 gelten „nicht kontaminierte Sedimente, die zum Zweck der Bewirtschaftung von Gewässern und Wasserstraßen, oder der Vorbeugung gegen Überschwemmungen, oder der Abschwächung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren oder zur Landgewinnung bei Oberflächengewässern umgelagert werden“, nicht als Abfälle (AWG 2002, § 3 Abs. 1, Z. 7). In der Richtlinie 2008/98/EG (Abfallrahmen-RL) werden Sedimente nur dann nicht als Abfall behandelt, wenn diese neben dem Zweck der Bewirtschaftung von Gewässern und Wasserstraßen, der Verhinderung oder Minderung von Überflutungen bzw. Dürren, oder zur Landgewinnung, innerhalb von Oberflächengewässern umgelagert werden und „erwiesenermaßen nicht gefährlich sind“ (Richtlinie 2008/98/EG, Artikel 2 (3)). Beim AWG als auch der Abfallrahmen-RL stellt sich unter anderem die Frage nach einer etwaigen Kontamination z.B. von Stauraumsedimenten, die einerseits aus anthropogener und andererseits aus geogener Belastung stammen kann (Bergthaler, 2013). Weiters ist die Auslegung des Begriffes der „Umlagerung“ unter räumlichen und zeitlichen Aspekten genauer zu hinterfragen.

5 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In diesem Kapitel wird zuerst auf die Ergebnisse der Datenerhebung in den einzelnen Sektoren (5.1 Sektorale Ergebnisse) eingegangen und danach die Ableitung des Handlungsbedarfes dargestellt bzw. das Endergebnis präsentiert und diskutiert.

5.1 SEKTORALE ERGEBNISSE

In Summe wurden 300 Fragebögen von den Stakeholdern ausgefüllt. Die Zuteilung zu den einzelnen Sektoren ist *Abbildung 36a* zu entnehmen. Durch die Fragebögen konnte eine gute Abdeckung des österreichischen Staatsgebietes (*Abbildung 36b*) bzw. der unterschiedlichen Einflussfaktoren wie Geologie, Landnutzung, Klima usw. erreicht werden. Weiters wurden unterschiedliche Wildbacheinzugsgebietsgrößen (von 0,2 km² bis 120 km²) und Kraftwerksgrößen (0,1 MW bis 500 MW Engpassleistung) abgedeckt. Im Folgenden werden die sektoralen Probleme dargestellt.

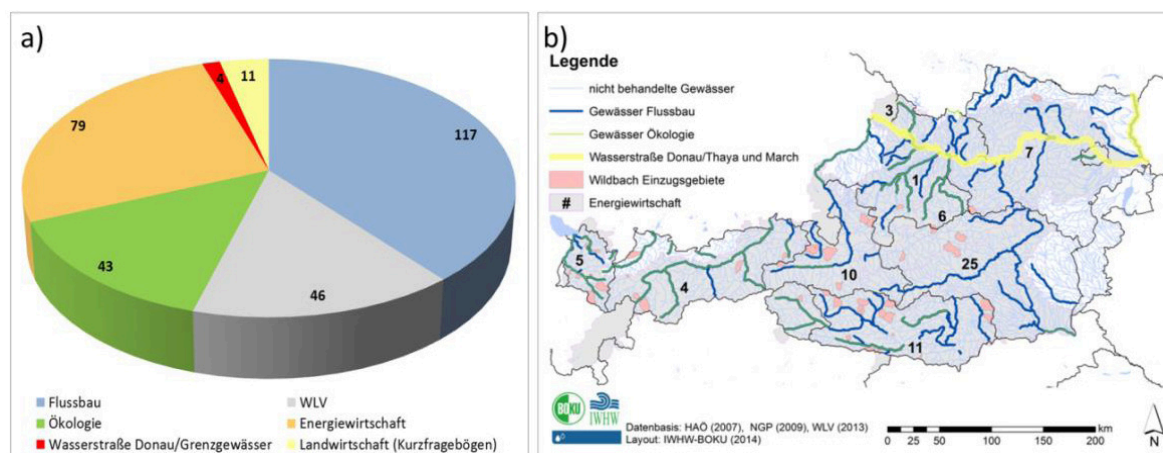


Abbildung 36: Anzahl der ausgefüllten Fragebögen je Sektor (links) und Abdeckung der mit Fragebögen behandelten Gewässer und Einzugsgebiete (rechts). Die Nummern geben die Anzahl der mittels Fragebögen behandelten Kraftwerke je Flusseinzugsgebiet an.

5.1.1 WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG WLIV

Im Bereich der Wildbach- und Lawinerverbauung wurden 46 Wildbacheinzugsgebiete behandelt, wovon in 16 Einzugsgebieten Überschussprobleme (z.B. Sohlhebung, Anlandungen,...) und in 4 Defizitprobleme (z.B. Sohleintiefungen, Verwerfung, Unterspülungen von Bauwerken,...) bestehen. In 12 Einzugsgebieten wurden sowohl Überschuss- als auch Defizitprobleme festgestellt, wodurch eine Zuordnung zu einem der Bereiche nicht möglich war (in *Abbildung 37* als „Abschnittsweise Überschuss/Defizit“ dargestellt). Im Folgenden geben die Zahlen in den Klammern die Anzahl der Antworten an.

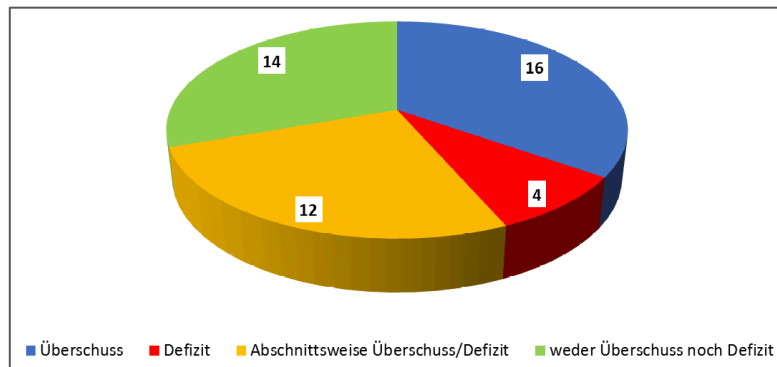


Abbildung 37: Zuteilung der Wildbacheinzugsgebiete zu „Überschuss“, „Defizit“, „Abschnittsweise Überschuss/Defizit“, sowie „weder Überschuss noch Defizit“.

Knapp zwei Drittel der betrachteten Wildbäche liegen in den Einzugsgebieten der Drau (15), der Salzach (7) und des Rheins (7). Die Größe der Wildbacheinzugsgebiete reicht dabei von 0,2 km² bis 120 km² mit einem Medianwert von rund 32 km² (*Abbildung 38*). Bei der Mehrheit der Wildbäche liegt kein anthropogener Eingriff auf dessen Wasserhaushalt vor, nur bei 25% wird dieser durch die Energiewirtschaft (8), der Land- (1) sowie Forstwirtschaft (1) und einer sonstiger Entnahme beeinflusst.

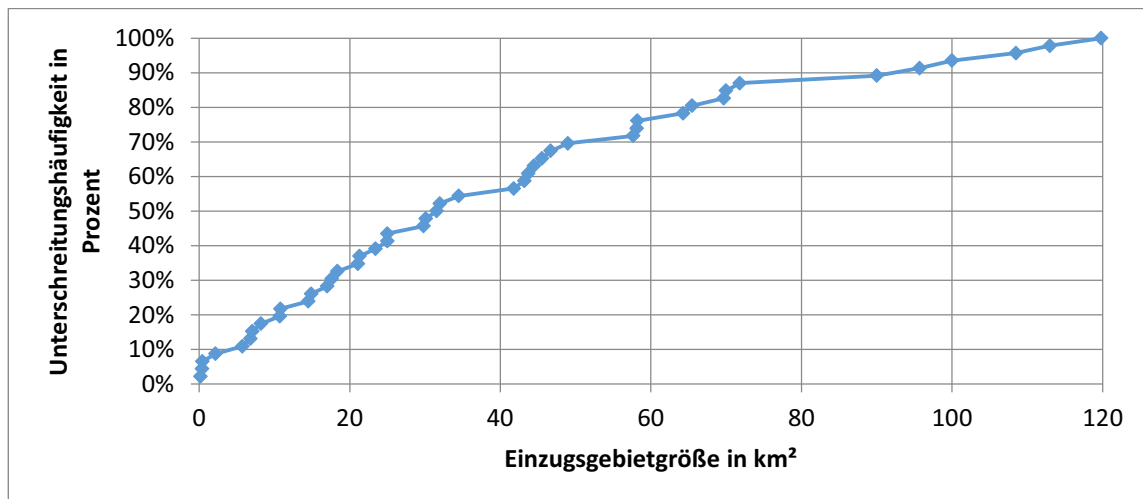


Abbildung 38: Verteilung der Einzugsgebietsgrößen der betrachteten Wildbäche.

Geologisch liegen die Einzugsgebiete vorwiegend im Kalk (12), gefolgt von jeweils 8 Gebieten im Kristallin und im Penninischen Fenster (*Abbildung 39*). 6 Einzugsgebiete werden signifikant von mehreren geologischen Zonen beeinflusst, daher wurden die Mischklassen „Kalk, Kristallin, Grauwacke“ und „Grauwacke, Kalk“ definiert.

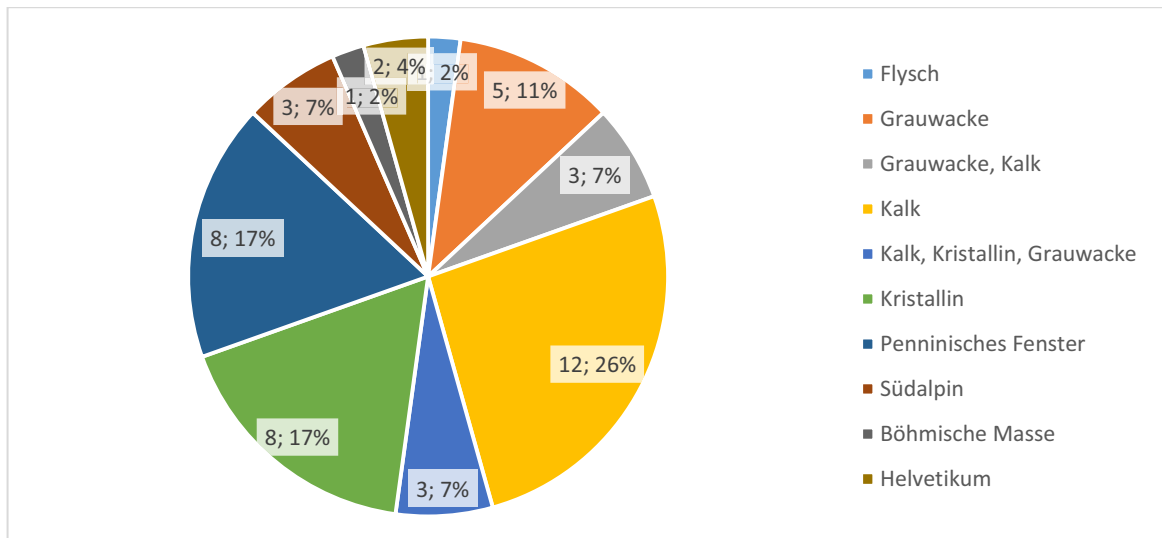


Abbildung 39: Geologie der Einzugsgebiete.

5.1.1.1 BAUWERKE

Fast alle Wildbäche sind baulich sowohl durch Querbauwerke (43) als auch Längsbauwerke (41) in ihrem Gewässerlauf beeinträchtigt. Bei den Querbauwerken dominieren Konsolidierungssperren (15 in Staffelung, 26 einzeln), Dosier- und Filtersperren (5 in Staffelung, 25 einzeln) und Grundschwellen (24). Längs der Gewässer finden sich Uferschutzbauwerke (33) und Leitbauwerke (25). *Tabelle 6* zeigt die vollständige Erhebung.

Tabelle 6: vorhandene Bauwerkstypen in Wildbächen.

Bauwerkstyp	Ja	Nein
Querbauwerke im EZG	43	2
Wildbachsperre Staffelbauwerk	15	31
Konsolidierungssperre	15	31
Retentionssperre	2	44
Dosier- bzw. Filtersperre	5	41
Sonstiges („Murabsturzbauwerk“)	1	-
Wildbachsperre Einzelbauwerk	39	7
Konsolidierungssperre	26	20
Retentionssperre	10	36
Dosier- bzw. Filtersperre	25	21
Grundschwelle	24	22
Sohlgurt, Sohlschwelle	19	22
Buhnen, Sporne	16	30
Wasserkraftwerk	16	30
Wehr	5	41
Sonstiges („Uferdeckwerk“, „Schaumühle“)	2	-
Längsbauwerke im EZG	41	2
Uferschutzbauwerk	33	9
Leitbauwerk	25	17

Als Grund für die Staffelbauwerke wurde fast einstimmig Erosionsunterbindung an Uferhängen und der Bachsohle angeführt (12). Eine weitere Eintiefung des Gewässers soll somit verhindert und stattdessen eine Konsolidierung der Sohle und der Hänge stattfinden. Nur eine Sperrenstaffel diene ausschließlich dem Ziel dem Vorfluter Geschiebe rückzuhalten, diese wird nun jedoch sukzessive abgetragen. Weiters wurde angemerkt dass ein Bauwerk die angedachte Wirkung verfehlte und daher umgebaut werden musste (Dosier- zu Filtersperre).

Folglich kommt es bei 31 Wildbächen aufgrund der Bauwerke zur Beeinträchtigung des Geschiebetransports (*Abbildung 40*). Die Durchgängigkeit des Schwebstofftransportes hingegen erfolgt nach Beurteilung der Umfrageteilnehmer zu knapp zwei Drittel ungestört.

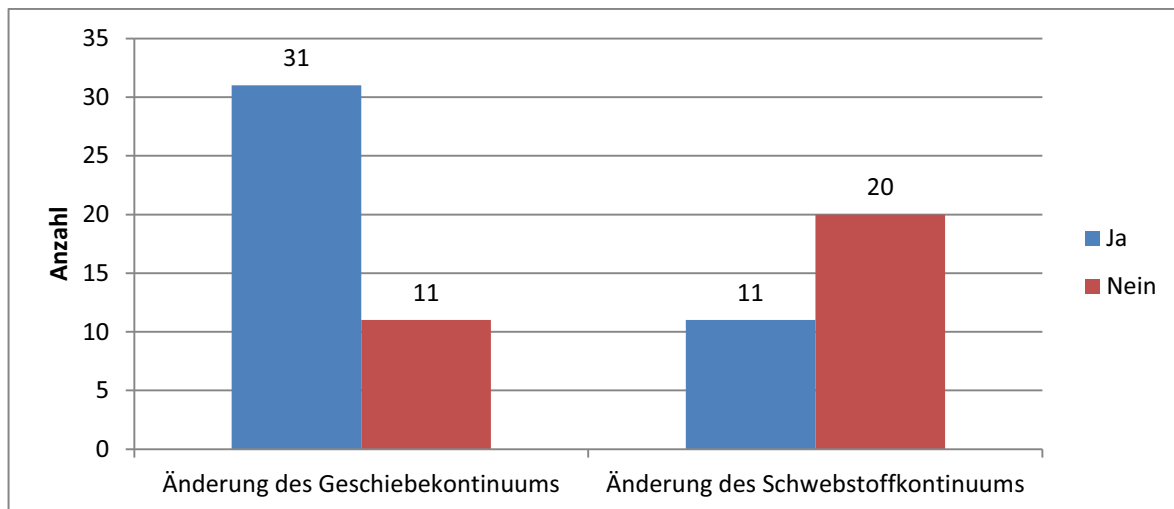


Abbildung 40: Einfluss der Bauwerke auf das Sedimentkontinuum.

5.1.1.2 PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN

5.1.1.2.1 ALLGEMEIN

Bei Wildbächen ist häufig der Durchtransport von Sedimenten im Unterlauf (28) und ein Gefälleknick im Längsverlauf von steil zu flach (24) mit Problemen verbunden (*Abbildung 41*). Naturgemäß sind diese Bedingungen ebenfalls im Schwemmkegelbereich gegeben, wo bei 23 Wildbächen ein Problem vorliegt.

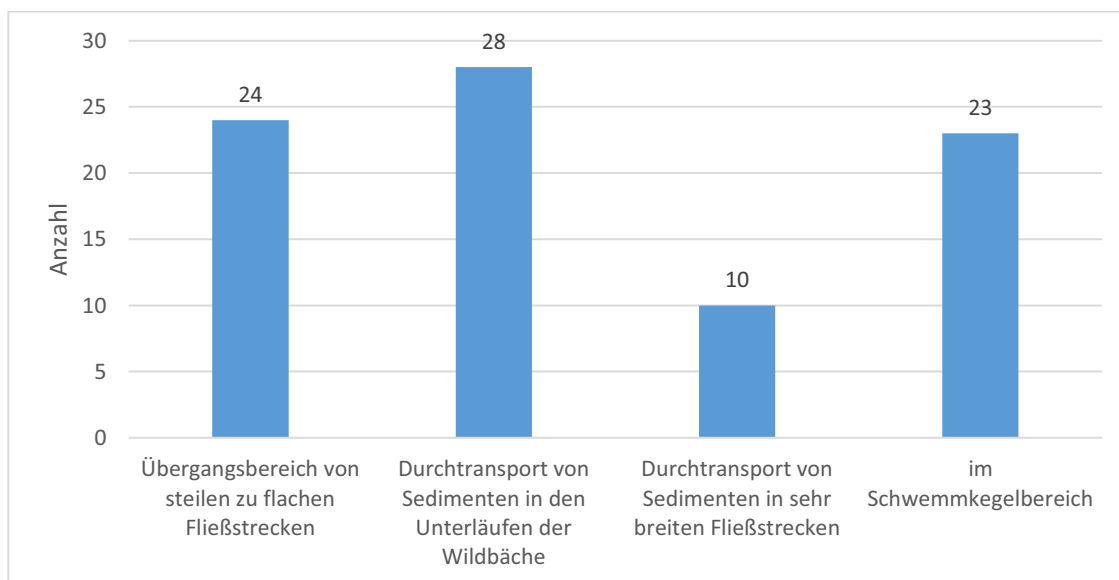


Abbildung 41: Auftreten von Problemen in bestimmten Wildbachbereichen.

Großteils sind die auftretenden Probleme ident, daher werden die Rückmeldungen der einzelnen Kategorien zusammengefasst aufgelistet:

- Ablagerungen bzw. Anlandungen
- Fehlende Schleppkraft im Vorfluter
- Bachausbrüche aufgrund von Anlandungen
- Bachverwerfungen aufgrund von Anlandungen
- Einengung des Abflussquerschnittes
- Ufererosion
- Verklausungen bei Engstellen wie Brücken und Beihilfe zur Murgangsbildung
- Geschiebeanlandungen unterhalb einer Wasserfassung
- Rückschreitende Auflandung durch Rückstau im Vorfluter
- fehlende Mittelwasserführung aufgrund der Anlandungen
- Rückstau durch Auflandungen
- Ein zu hoch eingebautes Ausleitungsbauwerk kann zu Bachausbrüchen führen

Zur Bewältigung dieser auftretenden Probleme werden hauptsächlich konstruktive Maßnahmen wie die Errichtung von Schutzbauwerken gesetzt (24). Vereinzelt werden auch Umbaumaßnahmen von Retentionssperren zu sedimentdurchlässigen Balken- oder Filtersperren vorgenommen (2) bzw. überhaupt auf ökologisch durchgängige Querbauwerke (1) gesetzt. Auch Querschnittserweiterung an Engstellen wie Brücken (2) oder die Entnahme des abgelagerten Materials aus dem Bachlauf (1) sind praktizierte Optionen. Alternativ werden forsttechnische Maßnahmen zur Hangstabilisierung (1) bzw. passive Maßnahmen wie die Einrichtung von Warnsystemen (1) getroffen.

5.1.1.2.2 SEDIMENTDEFIZIT

Sedimentdefizit verursacht, verglichen zu Sedimentüberschuss wenige Probleme bei den behandelten Wildbächen. Neben Bachverwerfungen (9) kommt es nahezu gleich oft zu Sohleintiefungen (8) und zur Unterspülung von Bauwerken im Gewässer (*Abbildung 42*).

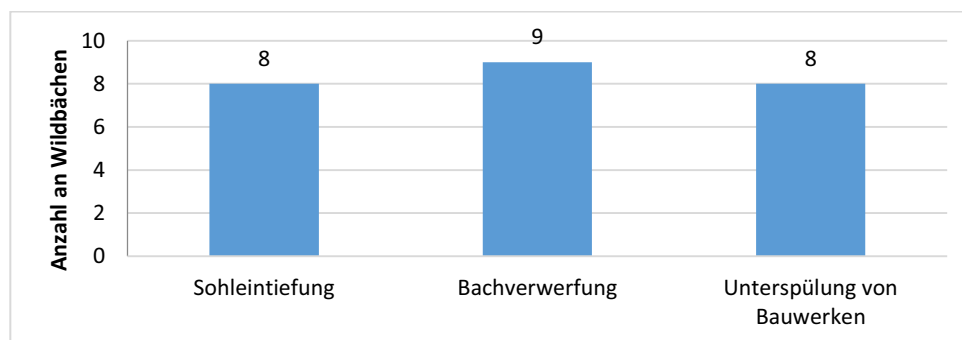


Abbildung 42: Probleme bei Sedimentdefizit.

Eine Sohleintiefung tritt vor allem flussab von Bauwerken zur Geschieberetention (3) sowie in regulierten Bereichen mit Uferverbauung auf (1). Auch in steilen Gewässerabschnitten (2) und in den Mittelläufen (4) findet Erosion statt. In zwei Fällen kommt es im Bereich des Schwemmkegels und damit in einer Ablagerungszone zur Eintiefung. Die Größenordnung der Eintiefung wird in 3 Fällen mit bis zu 0,5 m/Jahr beziffert, bei 3 Bächen werden höhere Raten erreicht.

Zur Verwerfung kommt es im Mittellauf (3) und in flachen Fließstrecken bzw. Schwemmkegelbereich (4). Weites wird von Verwerfungszonen flussauf von Bauwerken berichtet (Brücke, Sperrenstaffelung).

Von Unterspülung sind vor allem sich im Gewässer befindende Regulierungsbauwerke betroffen (Längsbauwerke (4), Querbauwerke (2)). Bei 4 Wildbächen kommt es dabei dezidiert zur Gefährdung von

Infrastruktur, bei zwei anderen stellt die Unterspülung keine Gefahr dar. Davon betroffen sind Straßen (3) sowie Versorgungsleitungen, Brücken und „Häuser“ mit jeweils einer Nennung.

Zur Problemlösung werden Stabilisierungsbauwerke der Sohle bzw. des Ufers eingesetzt (9). Zusätzlich werden auch Sanierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen an den Bauwerken durchgeführt (2). Eine weitere Maßnahme ist die Vergrößerung des Abflussquerschnitts (1) sowie eine Optimierung der Dosier- und Filterbauwerke (1) um Geschiebedefizit unterwasserseitig zu vermeiden.

Die angedachten, zukünftigen Maßnahmen decken sich mit den bereits durchgeführten Maßnahmen.

5.1.1.2.3 SEDIMENTÜBERSCHUSS

Sedimentüberschuss führt zu Sohlhebungen (25) und der Verlagerung von Zubringermündungen (10) (Abbildung 43), was vor allem im Zusammenhang mit Hochwasserereignissen problematisch ist.

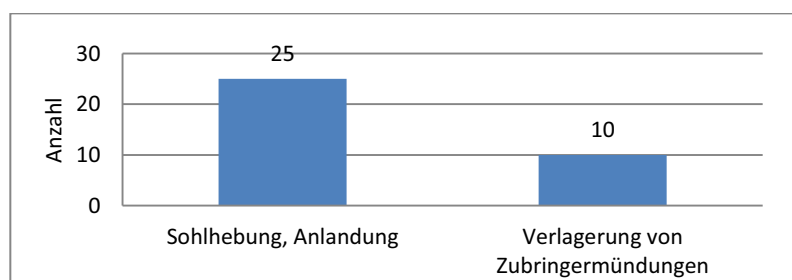


Abbildung 43: Probleme von Sedimentüberschuss.

Bei den von Sohlhebung betroffenen Wildbächen besteht zu 83% eine direkte Gefährdung der Hochwassersicherheit. Die häufigsten Folgen sind Bachausbrüche (12), Überborden (6) sowie Ufererosion (4) (Abbildung 44). Auch nach dem Ereignis bereiten die Anlandungen Probleme: Dem sich wieder einstellende Mittelwasser fehlt ein ausgeprägtes Führungsgerinne (1).

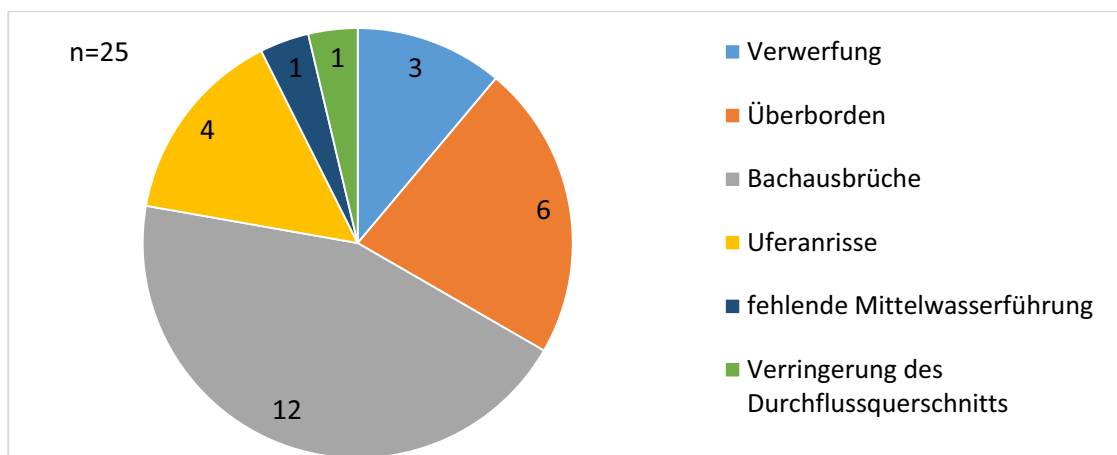


Abbildung 44: Probleme und Auswirkungen von Sohlhebungen im Zusammenhang mit Hochwasserereignissen.

Die Anlandungen finden vorallem im Schwemmkegelbereich (12) und Mittellauf statt (12). Naturgemäß sind auch die Becken von Sperrbauwerken von Ablagerungen betroffen (5). Die mittlere Sohlhebungsrate bewegt sich zwischen 0,5 und 1 m/Jahr (9) wie aus Tabelle 7 ersichtlich ist.

Tabelle 7: Sohlanlandungsraten der Wildbäche.

Anlandung pro Jahr	Anzahl
0 – 0,5 m	5
0,5 – 1 m	9
über 1 m	3

Eine Verlagerung der Zubringermündungen führt gar in 90% der Fälle zur Hochwassergefährdung. Als Einflussfaktoren werden Rückstau des Vorfluters (3) und Bauchausrüche (3) genannt. Entsteht ein Einstau aufgrund der Verlagerung, so kann es folgend zur Murgangsentwicklung (2) oder, falls vorhanden, zu einem Dammbbruch kommen (1).

Dem Problem des Sedimentüberschusses wird auf verschiedenste Weise begegnet: Neben Konsolidierungsbauwerken (5) werden auch forstliche Maßnahmen gesetzt (1) um überhaupt die Mobilisation der Geschiebeherde zu unterbinden. Längs des Gewässers wird dies mit Ufersicherungs- und Leitwerken versucht (2). Ergänzend befinden sich Retentionssperren (5) die bereits transportiertes Material auffangen bzw. Filterbauwerke (3) zur dosierten Weitergabe des Materials. Ein gegensätzlicher Ansatz verfolgt das Ziel mittels Absenkung von Sperren (1) den Geschiebetrieb zu erhöhen um Anlandungen zu vermeiden. Alternativ wird gleiches Ziel auch mittels Einengung des Gerinnes (2) verfolgt. Andererseits werden Brückenquerschnitte erweitert (2) um dem Gewässer mehr Raum zu geben. Dennoch ungünstig abgelagertes Material wird in 3 Fällen geräumt. Bei einem Wildbach wird versucht die „Mündungssituation“ zu verbessern.

Geplante Maßnahmen sehen die gleichen Maßnahmen vor wie die bereits unternommenen. Dominant sind auch wieder Bauwerkserrichtungen (7) bzw. Bauwerkssanierungen (2).

5.1.1.2.4 BAUWERKE

Das Umfrageergebnis zeigt, dass je nach Bauwerkstyp verschiedene Problemen in Bezug auf den Feststoffhaushalt auftreten. So treten bei den diversen Sperrbauwerken die meisten Probleme auf während Einrichtungen zur Sohlstabilisierung so gut wie unproblematisch sind. In *Abbildung 45* ist die Zahl der gemeldeten Probleme je nach Bauwerkstyp dokumentiert.

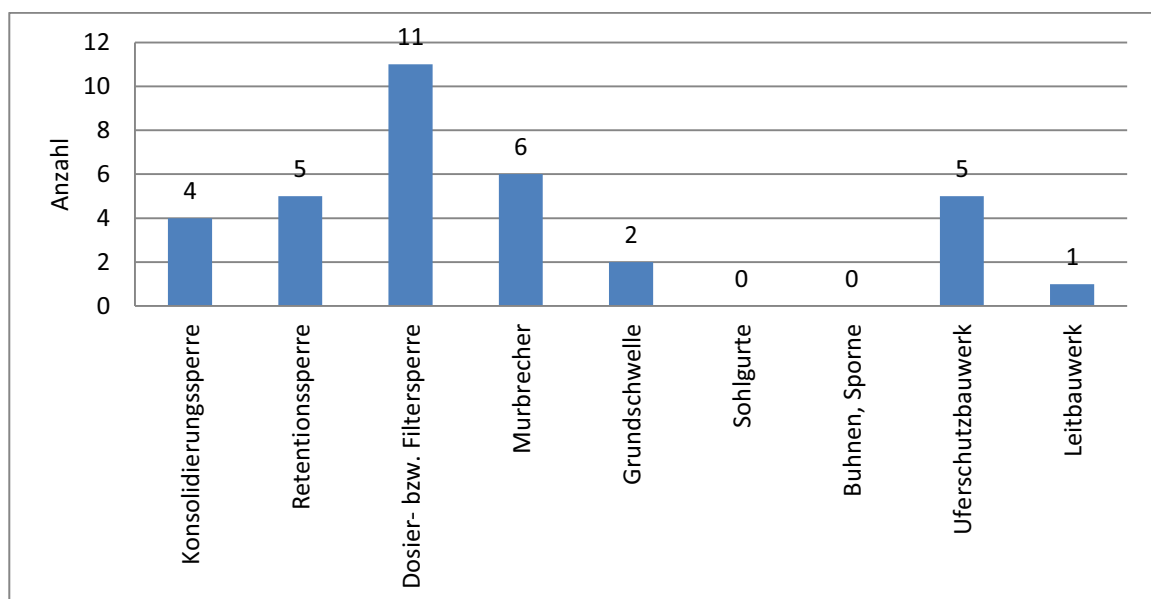


Abbildung 45: Verursachte Probleme des Bauwerkstyps auf den Feststoffhaushalt.

Die Schilderungen der Vorfälle sind nach Bauwerkstyp in *Tabelle 8* gelistet. Zu den Sperrbauwerken wurden detaillierte Befragungen zu Räumungen und Geschiebeverwertung durchgeführt, die nachfolgend behandelt werden.

Tabelle 8: Existente Probleme der Bauwerke in Bezug auf den Feststoffhaushalt.

Probleme und Auswirkungen bei Konsolidierungssperren
Unterspülung sowie Schäden am Sperrkörper selbst Geschiebeeintrag durch Zubringer, Erosion im Mittel- und Oberlauf
Probleme und Auswirkungen bei Retentionssperren
Verlegung des Grundablasses durch Wildholz und Sedimente (3) Reinigung der Sperre
Probleme und Auswirkungen bei Dosier- und Filtersperren
Falsche Dimensionierung der Filterschlitze bzw. -stäbe beeinträchtigt die Funktionsfähigkeit (4) Fehlende Bauteile (Schrägrechen, usw) verhindern Funktionsfähigkeit (2)
Probleme und Auswirkungen bei Murbrechern
Zufahrt zur Sperre
Probleme und Auswirkungen bei Grundschwellen
Bei Gefälleknicken vor Brücken erfolgt eine weitere Querschnittsverminderung durch Verlandung Verschotterung durch Anlandung
Probleme und Auswirkungen bei Uferschutzbauten
Unterkolkung durch geschiebeentlastenden Abfluss (Basisabfluss) gefährdet Standsicherheit (5)

5.1.1.3 SPERRENRÄUMUNGEN UND GESCHIEBEVERWERTUNG

Retentions- und Dosier- bzw. Filtersperren dienen dem Feststoffrückhalt während Hochwasserereignissen. Um die Funktionsfähigkeit der Bauwerke zu gewährleisten ist eine Räumung des Beckenbereichs bedarfsabhängig durchzuführen. Bei Filter- bzw. Dosiersperren geschieht dies in 10, bei Retentionssperren in 3 Fällen (Abbildung 46). Hierzu sei auch angemerkt, dass von schwierigen („steiler Forstweg“) bzw. fehlende Zufahrtsmöglichkeiten (9) zum Sperrkörper berichtet wird.

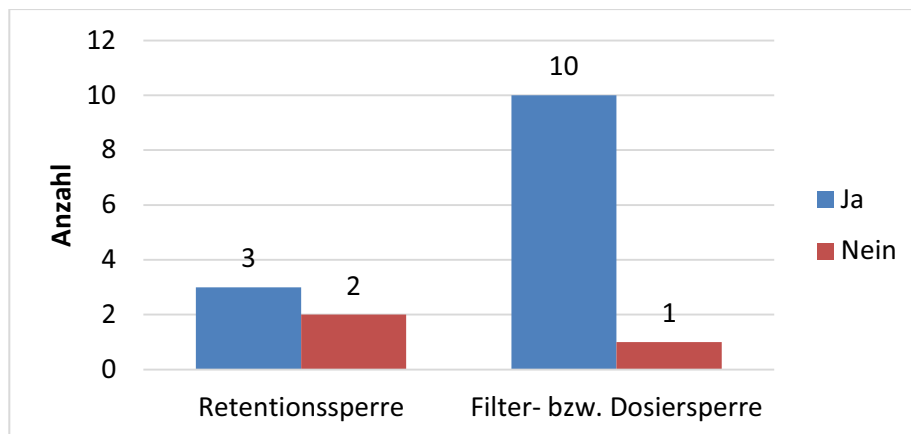


Abbildung 46: Durchführung einer Räumung des Beckens der Sperre.

Bei 8 Sperren tritt eine Verlegung des Grundablasses durch Geschiebe und Wildholz auf (Abbildung 47). Aufgrund der höheren baulichen Komplexität von Dosier- bzw. Filtersperren ist die Freilegung des Grundablasses deutlich schwieriger. Vor allem bei älteren Sperren gestaltet sich der Zugang des Baggers zum Rechen- bzw. Rostteil laut den Befragten schwierig.

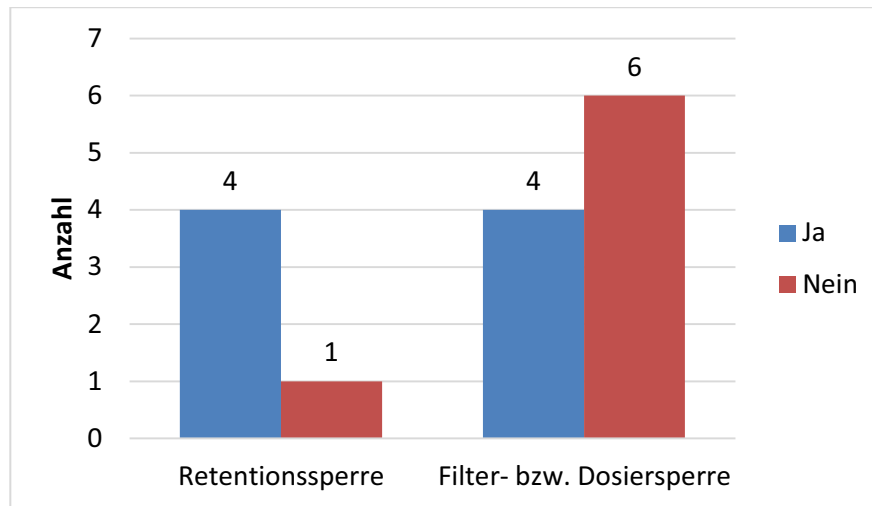


Abbildung 47: Verlegung des Grundablasses.

Eine maschinelle Räumung mittels LKW und Bagger erfolgt dabei dezidiert in 7 Fällen. In 6 Fällen wird bei Filter- und Dosiersperren zwischen einer maschinellen Entnahme und einer kontrollierten Spülung des Speicherbeckens auf Basis des Verlandungsgrades und der jeweiligen Wasserführung abgewogen. Die maschinelle Räumung des Beckens wird als sehr aufwändig beschrieben (5). Eine Spülung kommt aufgrund der fehlenden Wassermenge oft nicht zustande (5).

Bei der Frage zur Nutzung des Materials wurden die Optionen „Verwendung als Rohstoff möglich“ sowie „spezielle Entsorgung erforderlich“ angeboten. Die beiden Optionen schlossen einander nicht aus und konnten somit beide für sich beantwortet werden. Aus der Beantwortung wurde ersichtlich, dass es sich praktisch um eine „Entweder-oder-Frage“ handelt, in nur einem Fall wurden beide Optionen bejaht. Mehrheitlich ist die Verwendung als Rohstoff möglich (9) wie *Abbildung 48* zeigt. In 3 Fällen ist eine Entsorgung nach dem Abfallwirtschaftsgesetz von Nöten.

Obwohl die Rohstoffnutzung des Materials möglich ist, wurde das Fehlen von Deponierungsmöglichkeiten (6) bemängelt. Bei der sektoralen Besprechung der Ergebnisse stellte sich heraus, dass dies auf die mindere Materialqualität zurückzuführen ist. Dennoch findet es in zwei Fällen Gebrauch als Schüttgut von Dammbauwerken.

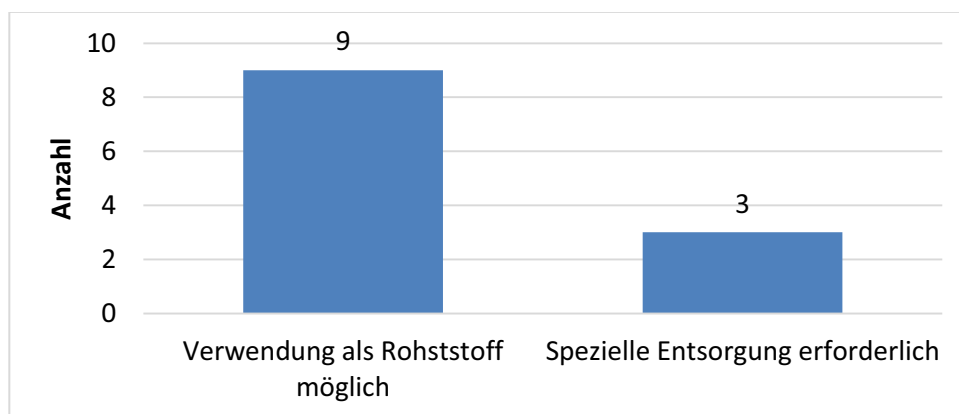


Abbildung 48: Nutzung des entnommenen Materials.

5.1.1.4 PROBLEME BEI DER DIMENSIONIERUNG VON FILTER- UND DOSIERSPERREN

Bei Filter- und Dosiersperren ist die Wahl der richtigen Filterabstände bzw. Öffnungsweiten der Durchlässe zentral für ihre Funktionsfähigkeit. So wird von Verklausungen berichtet, falls die Abstände zu

klein gewählt sind und einem Wegfall der Wirkung bei zu großen Abständen. Bei einer Filtersperre erfolgt daher die laufende Anpassung der Öffnungsweiten des Rechens zur Optimierung des Geschiebetriebes. In 5 weiteren Fällen wird von mangelhafter Dimensionierung der Öffnungsweiten berichtet und daher die angedachte Funktion nur bedingt gewährleistet.

Zur Dimensionierung der Öffnungsweite wird von folgenden Prinzipien gebraucht gemacht:

- Anlehnung an die Formel nach Zollinger (d_{max})
- Abschätzung anhand der Korngröße bzw. je nach Verlagerungsprozess Wildholz mit Geschiebe (Feststofftransport), „nur“ Geschiebetransport oder Murgang (7)
- Analyse der maßgeblichen Korngrößen im Längenschnitt und Ermittlung der Geschiebetransportkapazität des optimierten Unterlaufgerinnes; mit diesen Daten wurde der Rechenabstand dimensioniert (ca. nach der Faustformel $1,2 \times d_{90}$)
- Geschiebekorngröße, Erwartung im Unterlauf

5.1.1.5 MAßNAHMEN AN BAUWERKEN

Neben den bereits behandelten Räumungen werden Instandhaltungsarbeiten bzw. Begutachtungen am Sperrkörper durchgeführt (4).

Im Nahbereich einer Sperre werden zusätzlich Hangsicherungen durchgeführt um Schäden durch Rutschungen zu vermeiden. Als Abhilfe dagegen wird die Konstruktion von Sperren mit verschiebbaren Flügeln vorgeschlagen.

5.1.1.6 VEGETATION

Vegetation verursacht vor allem in Form von Wildholz massive Probleme im Fachbereich Wildbach- und Lawinerverbauung. Gleich 34 der 46 Wildbäche sind mit negativen Folgen durch Wildholz konfrontiert, während andere vegetative Formen (z.B. Sträucher) nur in 7 Fällen eine Behinderung darstellen indem sie den Abflussquerschnitt des Wildbachs einschränken (Abbildung 49).

Am häufigsten wird von Verklausungen an Brücken (31) oder anderen Bauwerken (18) berichtet. Bei 20 Wildbächen trägt abgelagertes Wildholz zur Verminderung des Abflussquerschnittes bei. Kommt es hinter Verklausungsstellen zur Ablagerung von Feststoffen, ist die Gefahr einer Murgangsbildung in 9 Fällen evident. Zu einer Prozessänderung des Abflusses eines Wildbaches (z.B. von geschiebe- zu wildholzführend) kommt es in 12 Fällen.

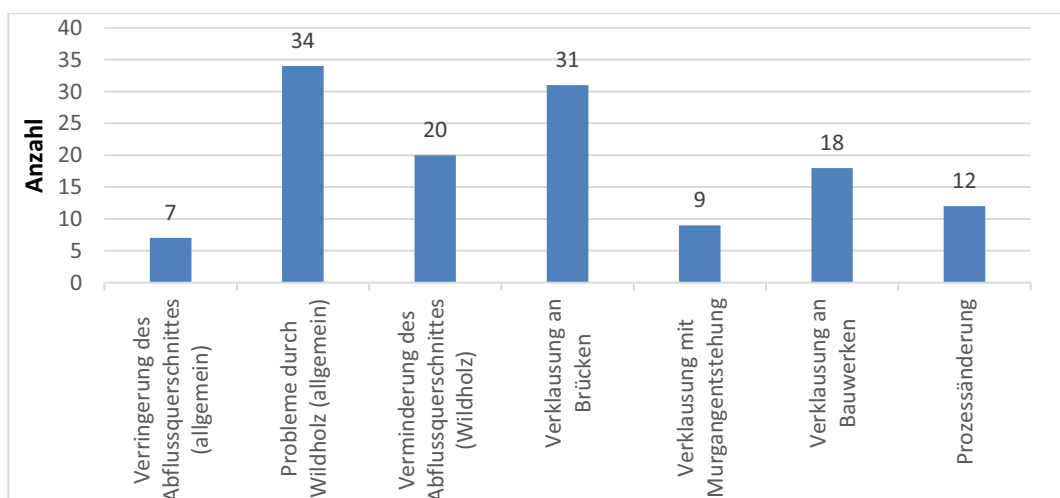


Abbildung 49: Probleme durch Vegetation.

Aufzeichnung über transportiertes Wildholz während Ereignissen gibt es keine, jedoch wird das abgelagerte Wildholz in 8 Einzugsgebieten quantitativ erfasst.

Als Maßnahmen gegen die Wildholzproblematik wird die Errichtung von Wildholzsperrern bzw. die Adaption von bestehenden Sperrern (8) genannt. Dominanter wird aber auf die Wildholzbewirtschaftung (10) verwiesen, die teils aus den Bestimmungen des §101 im Forstgesetz besteht und unter anderem regelmäßige Begehungen und Räumung von Wildholz aus dem Gewässernahbereich beinhaltet. Zusätzlich wird auch auf die Schulung zum Wildbachaufseher hingewiesen (8).

Die rechtlich vorgesehene Wildbachbegehung durch die Gemeinde zur Erfassung wildholzrelevanter Daten wird mehrheitlich durchgeführt (40), in nur zwei Fällen wird sie nicht ausgeführt (*Abbildung 50*, links). Bei der Räumungspflicht von Wildholz aus dem Gefahrenbereich eines Wildbaches gibt es einige Probleme (24) (*Abbildung 50*, rechts):

- Hoher Aufwand (technisch, finanziell, physisch) für verpflichtete Anrainer (10)
- Weigerung des Anrainers obwohl die Information zur Räumung seitens der Gemeinde erfolgt ist (10)
- Wildholz räumung aufgrund der Lage unmöglich (1)
- Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung noch nicht abgeschlossen (1)
- Kosten werden dem Anrainer nicht erstattet (1)
- Zu seltene Durchführung (1)

In nur einem Fall ist das abgelagerte Wildholz deponiepflichtig, in den anderen Fällen erfährt es folgende Nutzungen:

- Wirtschaftliche Verwertung durch Gemeinde oder Grundeigentümer (18)
- wird zum Großteil als Totholz im Bach belassen (Nationalpark)
- Entsorgung (3)

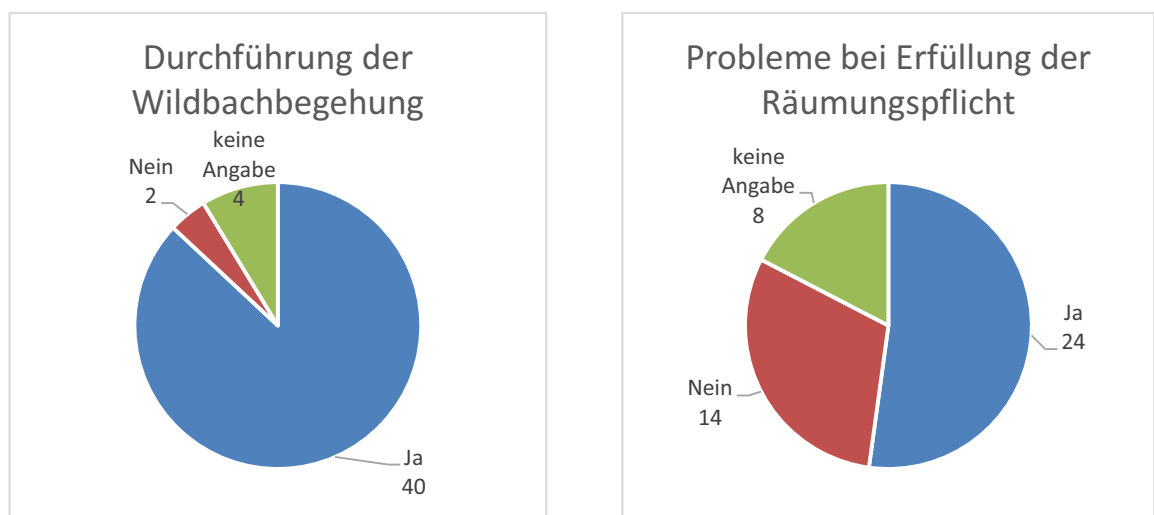


Abbildung 50: Durchführung der rechtlich vorgesehene Wildbachbegehung (links); Probleme bei Erfüllung der Räumungspflicht (rechts).

5.1.1.7 *HANDLUNGSBEDARF AUS DEN FRAGEBÖGEN*

5.1.1.7.1 *SEDIMENTDEFIZIT*

- Bei einem Ereignis in den 70iger Jahren wurde der Auffangbereich der Dosiersperre aufgrund der hohen Wasserführung größtenteils geleert - es kam zu Auflandungen im Schwemmkegel - Fragestellung: Gewährleistung des Geschiebetransports bei gleichzeitiger Verhinderung einer schnellen Entleerung
- eventuell Simulation zur Feststellung inwieweit Ablagerungsbecken notwendig sind
- Hydrologie, Eichung von bekannten HW-Modellen
- Geschiebetransportuntersuchungen
- Geschiebemanagement

5.1.1.7.2 *SEDIMENTÜBERSCHUSS*

- Simulation und Geschiebemodellierung
- Einfluss der Wasserentnahmen auf den Geschiebehaushalt mit den Folgen von Verpflichtungen durch den Ausleitungsberechtigten
- Retention und Geschiebemanagement

5.1.1.7.3 *BAUWERKE*

- Untersuchung der Geschwindigkeiten bei Reinwasserabfluss, Geschwindigkeit geschiebelastet Hochwasser, wann ist eine Geschiebesättigung erreicht
- Entwicklung eines Ansatzes für die Ermittlung von Rechen- oder Balkenabständen bei kristallinen bzw. phyllitischen Einzugsgebieten
- Simulation
- Geschiebedosierung

5.1.1.7.4 *VEGETATION*

- Abschätzungsmethoden zur Ermittlung der beim Ereignis zu erwartenden Wildholzmenge; Wahl des erforderlichen Rechenabstandes für Wildholzfilterbauwerke; richtige Standortwahl

Hier ist weiters anzumerken, dass der Handlungsbedarf im Bereich der Vegetation mit der Forstwirtschaft abzustimmen ist und die Forstwirtschaft in SED_AT Phase II als eigener Sektor über die WLVI einzubeziehen ist.

5.1.2 FLUSSBAU

Insgesamt wurden rund 3640 km freie Fließstrecken in 117 Fragebögen, die von den VertreterInnen der Bundeswasserbauverwaltung bzw. den Wasserwirtschaftlichen Planungsorganen in den Ämtern der Landesregierungen beantwortet wurden, behandelt. In *Abbildung 51a* wird deutlich, dass mehr als zwei Drittel der behandelten Gewässer ein Problem im Bereich des Feststoffhaushalts aufweisen und in einem Großteil der Strecken sowohl Defizit als auch Überschuss (deklariert als „abschnittsweise Überschuss/Defizit“) als Problem erkannt wurden (*Abbildung 51b*).

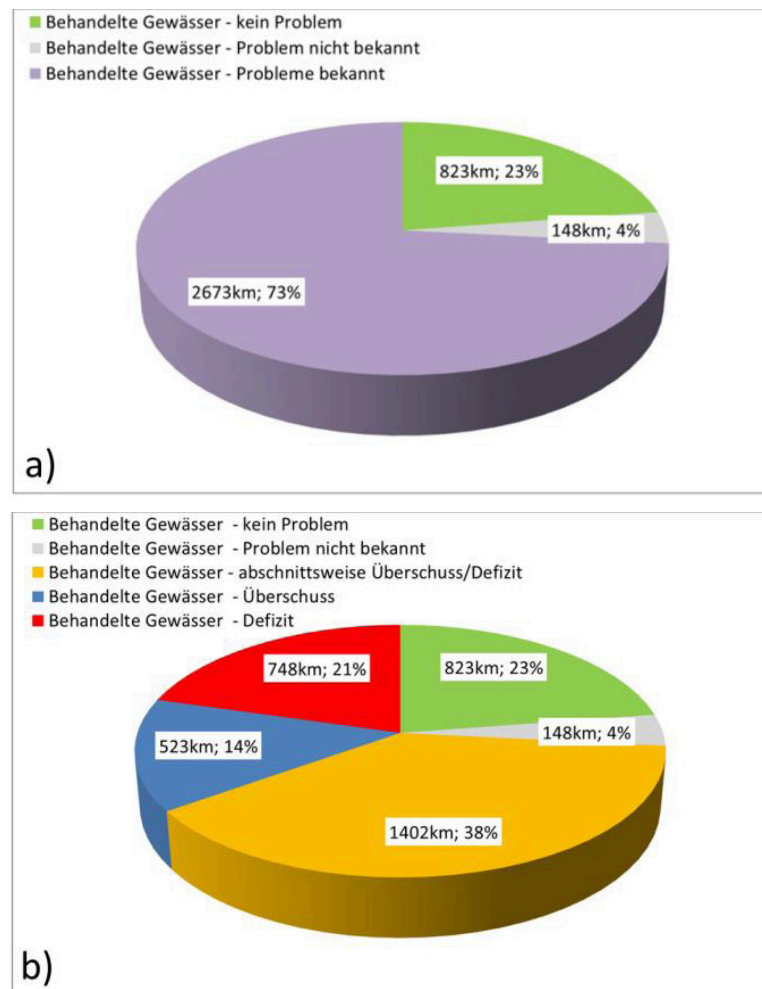


Abbildung 51: Unterteilung der Fließgewässerstrecken in Abschnitte mit Problemen, mit keinen Problemen bzw. ohne bekannte Probleme (a) und eine weitere Aufgliederung der Problemstrecken aufgrund der Angaben des „Hauptproblems“ im Fragebogen (b).

Allgemein wurde in 45 der 117 Fragebögen eine Veränderung der Hydrologie bzw. des Wasserhaushaltes mit Auswirkung auf den Feststofftransport angegeben. Im Detail handelt es sich dabei um Restwasserstrecken, Wasserüberleitungen aus anderen/in andere Einzugsgebiete/n, Kraftwerkseinfluss (Schwall/Sunk) oder auch Wasserentnahmen zu andern Zwecken.

5.1.2.1 PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN

5.1.2.1.1 SEDIMENTDEFIZIT

Im Zusammenhang mit Sedimentdefizit wurden vorrangig die Sohleintiefung (28) und die Unterspülung von Bauwerken (19) angeführt (*Abbildung 52*). In einigen Einzugsgebieten stellen aber auch

die Absenkung des Grundwassers (8), der Sohldurchschlag (3), Verwerfungen (2) und Deckschichtbildungen (2) Probleme dar. Unter „Sonstiges“ wurden lokale Eintiefungen und die Auswirkung auf die Fischpassierbarkeit genannt.

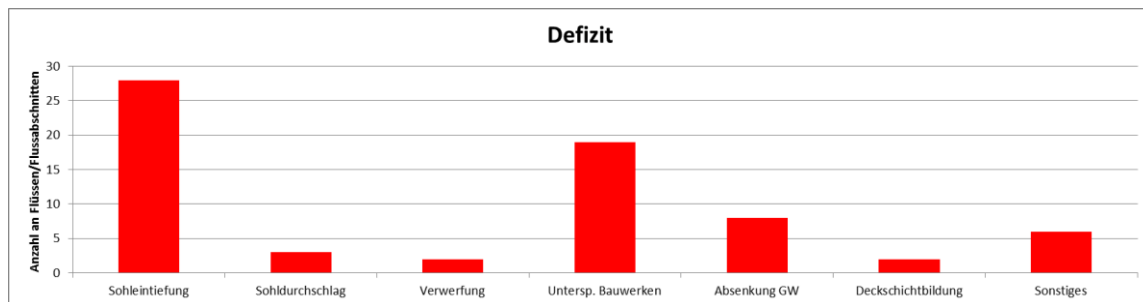


Abbildung 52: Aufgliederung der Defizitprobleme (Mehrfachnennungen waren möglich).

In 19 Fragebögen wurde für einen Flussabschnitt nicht nur ein Defizitproblem alleine sondern eine Kombination aus auftretenden Auswirkungen angegeben. Die Sohleintiefung wurde dabei in 18 der 19 Fälle als eine Auswirkung genannt. Die Größenordnungen der Sohleintiefungen (Angabe in 20 von 28 Fragebögen; Werte basieren meist auf Schätzungen) gliedern sich in kleiner 1 cm/Jahr (3), 1-3 cm/Jahr (8), 3-6 cm/Jahr (3), 6-9 cm/Jahr (1) und größer 9 cm/Jahr (5).

Die unterspülten Bauwerke können in Ufersicherungen (16), Pfeiler und Widerlager (10) sowie „Sonstige“ (2) unterteilt werden. An 17 der 19 Gewässer mit Problemen durch Unterspülung wurde die Gefahr für Infrastruktureinrichtungen wie Straßen, Bahntrassen oder Rohrleitungen angegeben.

Als Maßnahmen um die Auswirkung der Sedimentdefizite in den Griff zu bekommen wurden vor allem Flussaufweitungen vorgeschlagen um die Transportkapazität zu vermindern. Weiters wurden auch Sohlrampen und Sohlgurte zur Stabilisierung der Sohle angesprochen.

5.1.2.1.2 SEDIMENTÜBERSCHUSS

Die Auswirkungen von Sedimentüberschuss sind in *Abbildung 53* dargestellt. Es kommt vor allem zur Sohlhebung in den freien Fließstrecken (19) bzw. nicht freien Fließstrecken (10) und zur Aufhöhungen von Überflutungsflächen (17) bzw. im Uferböschungsbereich (19). Unter Sonstiges (9) wurden Auflandungen aufgrund von krautiger Vegetation, lokale Geschiebeeinstöße verbunden mit Sohlhebung bzw. das Entstehen lokaler Schotterbänke/Schotteranlandungen angegeben. Es sei hier aber angemerkt, dass für die meisten Flussabschnitte nicht nur Überschuss- sondern auch Defizitprobleme angegeben wurden.

Im Bereich des Überschusses wurden, ähnlich wie beim Defizit, mehrere Auswirkungen bzw. Probleme innerhalb des Gewässerabschnittes angegeben. Sohlhebung in Kombination mit Aufhöhung der Überflutungsflächen bzw. Auflandungen im Bereich der Uferböschungen wurden in 17 Abschnitten gemeinsam genannt. Als Sohlhebungsraten, deren Wert meist auf Schätzungen beruht, wurden 1-3 cm/Jahr (4), 3-6 cm/Jahr (2) und größer 9 cm/Jahr (10) angegeben. Durch den Sedimentüberschuss und die damit auftretenden Sohlhebungen kommt es in 25 der insgesamt 29 Gewässerabschnitte zu einer Erhöhung des Hochwasserrisikos. Auch im Zusammenhang mit der Aufhöhung von Überflutungsflächen und Auflandungen im Bereich der Uferböschungen wurde eine Zunahme des Hochwasserrisikos genannt.

Als Maßnahmen gegen die Sohlhebung bzw. Verlandung werden hauptsächlich Räumungen und Baggerungen durchgeführt. In einem Fall wurde auch die Strömunglenkung als Maßnahme angedacht.

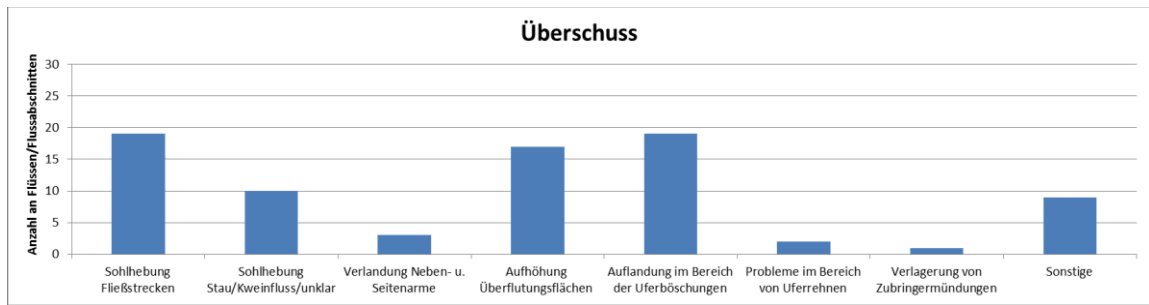


Abbildung 53: Aufgliederung der Überschussprobleme (Mehrfachnennungen waren möglich).

5.1.2.1.3 SEDIMENTDEFIZIT VERSUS SEDIMENTÜBERSCHUSS

Generell hat sich in den Auswertungen gezeigt, dass Überschuss als Problem in der Wahrnehmung offensichtlicher ist als Sedimentdefizit. Zum einen stehen Auflandungen im Zusammenhang mit Hochwassergefährdung wodurch Baggerungen oder andere Maßnahmen gesetzt werden müssen, und zum anderen geht die Sohleintiefung eher unmerklich vor sich und wird meist erst durch das Auftreten größerer Schäden, wie z.B. Verwerfungen oder Sohl durchschlag, erkannt. Um einen Vergleich mit der ExpertInneneinschätzung zu ermöglichen wurde in *Abbildung 54* die potentiellen Defizit- und Überschussstrecken dargestellt. Die Aufteilung ist wie folgt: rund 86% (3121 km) der behandelten Gewässerabschnitte sind potentielle Defizitstrecken und 14% (523 km) sind Überschussstrecken. Daraus wird ersichtlich, dass betreffend die Flusslängen die Sohleintiefung dominiert.

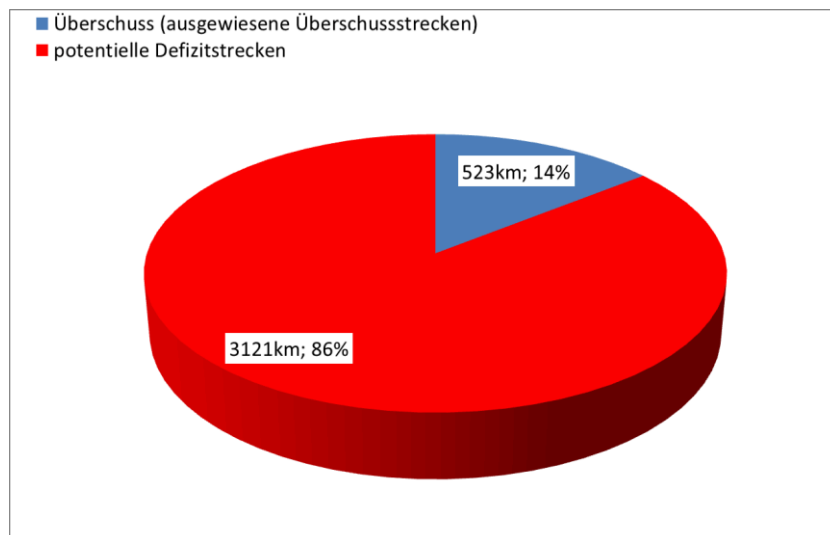


Abbildung 54: Aufgliederung der bearbeiteten Fließgewässer in Überschuss- und potentielle Defizitstrecken, basierend auf einer ExpertInnenabschätzung.

5.1.2.1.4 MORPHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN

Als dritten Hauptpunkt wurden im Sektor Flussbau Probleme durch morphologische Veränderungen verschiedener Strukturen abgefragt. Die Ergebnisse sind in *Abbildung 55* dargestellt. Von den meisten Befragten wurden Veränderungen von Kiesbänken (18), wie z.B. die Stabilisierung durch Vegetation und Auflandungen welche einerseits durch Strömungslenkung zu einem verstärkten Uferangriff führen und andererseits eine Verringerung der Abflusskapazität hervorrufen, als Problem angegeben.

Bei Zubringermündungen (12) wurden Probleme durch Geschiebeeinstöße angeführt welche, v.a. in Restwasserstrecken durch die geringeren Transportkapazitäten einerseits lokal zu Verringerungen der Abflusskapazität und damit Überflutungsgefahr beitragen können, und andererseits bei Hochwässern mehr Material zur Verfügung steht und bei Mobilisierung zu erhöhten Schäden führen kann. Auch der Einfluss

aufkommender Vegetation auf abgelagertem Material in Kombination mit der Verfestigung und Minderung des Abflussquerschnittes wurde erwähnt.

Probleme durch Veränderung von Uferstrukturen wurden ebenfalls öfters (9) genannt, und unter Sonstiges (17) wurde erneut auf die Strukturarmut hingewiesen, und Probleme durch Wildholzablagerungen und aufkommende Vegetation (z.B. Verringerung des Abflussquerschnittes, erhöhte Rauigkeit,...) angeführt. Generell wurde bei fast allen Strukturen angemerkt, dass durch deren Fehlen ein Defizit zum Referenzzustand in Hinblick auf die Ökologie vorhanden ist.

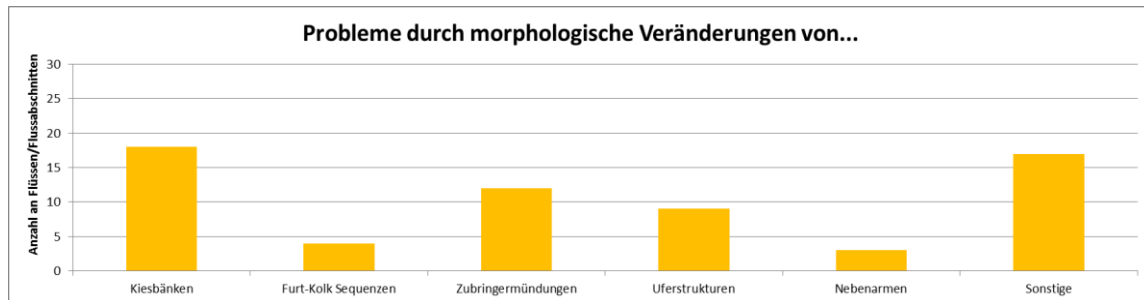


Abbildung 55: Probleme aufgrund des Vorhandenseins oder der Veränderung von morphologischen Strukturen (Mehrfachnennungen waren möglich).

Aufgrund der unterschiedlichen Veränderungen und in Folge Auswirkungen sind die angewandten Maßnahmen zur Behandlung der Probleme sehr vielseitig. Neben Räumungen von Ablagerungen und Gehölzpflege zur Wiederherstellung der Hochwassersicherheit, werden Flussrückbau und Renaturierung zur Erhöhung der Strukturvielfalt und damit der Annäherung an den Referenzzustand durchgeführt.

5.1.2.2 HANDLUNGSBEDARF AUS DEN FRAGEBÖGEN

Der in den Fragebögen angegebene Forschungsbedarf ist im Folgenden zusammengefasst wiedergegeben:

5.1.2.2.1 SEDIMENTDEFIZIT

- Untersuchung des Geschiebepotentials/-transportes zur Optimierung von künftigen Maßnahmen,
- Aussagen bzw. Daten zum Feststofftransport zur besseren Dimensionierung von künftigen Maßnahmen,
- durch die Kraftwerke wird der Geschiebehaushalt stark beeinflusst, hier wären weiterführende Untersuchungen erforderlich um Geschiebepotentiale, Problembereiche und geeignete Maßnahmen identifizieren zu können,
- Untersuchung des Einflusses von Geschiebesperren und Kraftwerksbetrieb an Zubringern auf den Feststoffhaushalt und –transport,
- Geschiebemanagement für das gesamte Gewässer in Zusammenarbeit mit der WLV usw.
- Regulierungsprofil bei Geschiebedefizit im Hinblick auf eine ausgeglichene Sohle und ein gutes ökologische Potential,
- Regulierung und Lenkung der Geschiebewirtschaftungen (Wo sind Entnahmen bzw. Zugaben sinnvoll?) - Ausarbeitung von Monitoringprogrammen,
- Umgang mit Geschiebeentnahmen im Oberlauf – Verlagerung/Einbringung von Material in den Vorfluter,
- Grundbeistellung für Maßnahmen im öffentlichen Interesse durchsetzbar machen,
- Rechtliche Klärung der Nutzung des Hinterlandes von Überströmstrecken (z.B. Zustimmung erforderlich, Entschädigungen,...),
- Optimierung Kraftwerksmanagement

5.1.2.2.2 *SEDIMENTÜBERSCHUSS*

- Untersuchungen des Geschiebetransportes und des Geschiebepotentials in Abhängigkeit der Geologie,
- Methodenentwicklung zur Abschätzung des Geschiebepotentials von Zubringer,
- Untersuchung des Einflusses des Geschiebetransports im Vorfluter durch Geschiebeeinstöße aus Wildbächen bzw. Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit,
- Verbesserung des Geschiebemanagements an Kraftwerken und Wildbachsperrern,
- Einfluss der Talsperren / Geschiebesperren - Einfluss auf den Vorfluter bei Auflösung der Sperre,
- Sinnhaftigkeit von Sedimentfallen vor Überströmbereichen,
- Untersuchung der Veränderung der Rauigkeit zur gezielten Sedimentation,
- Untersuchung/Forcierung von Maßnahmen zum Rückhalt von Schwebstoffen im Umland z.B. Uferstreifen, Bewirtschaftungsänderungen wie Konturpflügen, konservierende Bodenbearbeitung,...),
- Entwicklung von geeigneten Strukturierungsmaßnahmen und deren Pflege,
- Optimierung des laufenden Instandhaltungsaufwandes (Räumungen, Schlägerungen),
- Verwertung/Deponierung/Entsorgung von Räumgut; tw. Sondermüll =>Probleme bei der Entsorgung,
- Umsetzbarkeit - wie weit kann das öffentliche Interesse am Gewässerschutz in private Verhältnisse eingreifen?

5.1.2.2.3 *MORPHOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN*

- Defizite gegenüber Referenzzustand - Ausarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen,
- Einfluss von Schwall / Sunk auf den Geschiebehaushalt/Geschiebetransport,
- Geschiebemanagement von Kraftwerken,
- Entwicklung von Typen von Geschiebesperren, die Geschiebedurchgängigkeit erlauben (Dosierung),
- Untersuchungen der Dimensionierung von Gewässeraufweitungen - wie weit muss man ein Gewässer aufweiten, dass es wieder im Gleichgewicht ist?
- Grunderwerb für die morphologische Maßnahmen/Verbesserungen, Umsetzung der EU WRRL,
- Grunderwerb (u.a. Finanzierung) für noch nicht geplante Maßnahmen,
- Optimierung des laufenden Instandhaltungsaufwandes (Räumungen, Schlägerungen),
- Renaturierung und Strukturierungsmaßnahmen für eingesandete Ufer,
- Maßnahmen zur Verringerung Räumungsbedarfes,
- Untersuchung von Maßnahmen zur Schwall-Sunk Reduktion

5.1.2.2.4 *MESSUNGEN*

- Untersuchungen des Geschiebetransportes und des Geschiebepotentials in Abhängigkeit der Geologie,
- Messverfahren für Geschiebetransportmenge während Hochwasser Ereignissen,
- Erhaltung und Erweiterung des Hydrologiemessnetzes,
- Ausbau von Messstationen, nicht nur Pegel sondern auch kontinuierliche Fließgeschwindigkeitsmessungen,
- Regelmäßige (zeitlich und räumlich) Querprofilmessungen v.a. in Problembereichen,
- Messungen des Geschiebetriebes, Installation von Geschiebemessstellen an repräsentativen Gewässern,
- Untersuchung von Schwebstoffquellen und Eintragswegen,
- Finanzierungsmöglichkeiten für zusätzliche Messungen

5.1.3 WASSERSTRAßE DONAU / GRENZGEWÄSSER THAYA UND MARCH

5.1.3.1 WASSERSTRAßE DONAU

Für den Fachbereich Schifffahrt wurden drei Fragebögen für die Donau ausgefüllt. Allen Abschnitte ist die Wasserstraßenklasse VI b zugewiesen, die genaue Definition darüber findet sich in AGN (1996). Zwei der Fragebögen widmen sich der Beurteilung der freien Fließstrecken der Donau in der Wachau sowie östlich von Wien; der übrige behandelt all die gestauten Flussabschnitte.

Im Zusammenhang mit der Donau ist die Wichtigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit der verschiedenen Sektoren zu nennen und auf die Forschungstätigkeiten im Rahmen des Flussbaulichen Gesamtprojektes Donau östlich von Wien hinzuweisen, welche einen großen Beitrag zur Entwicklung von Maßnahmen und Lösungsansätzen liefern und zur Verbesserung des Grundlagenwissens beitragen.

5.1.3.2 FREIE FLIEßSTRECKEN

In den freien Flussabschnitten muss die Fahrrinne eine Mindestwassertiefe von 2,5 m und eine mittlere Breite von 120 m aufweisen. Als vorherrschendes Sohlsubstrat wurde Kies angegeben.

Beide Abschnitte wurden bzw. werden in ihrem Lauf zur Schiffbarmachung anthropogen beeinflusst. Mit der Errichtung von Leitwerken und Buhnen sowie der Durchführung von Baggerungen wird die Erhaltung der Fahrrinne sichergestellt. Zusätzlich dienen Ufersicherungen in beiden Abschnitten der Fixierung des Gewässerlaufes. Auch Abtrennungen von Flussnebenarmen wurden in der Vergangenheit vorgenommen. Einer Laufbegradigung wurde nur die Donau östlich von Wien unterzogen, allerdings widerfuhr dem Abschnitt in der Wachau eine Reduktion seiner Gewässerbreite. Des Weiteren dienen Inselschüttungen in der Wachau um den Wasserspiegel zu heben.

Probleme bereiten der Schifffahrt Sedimentüberschüsse sowie –defizite sowie die durch Umlagerungsprozesse hervorgerufenen morphologischen Sohländerungen.

Eine mit Sedimentdefizit verbundene Sohleintiefung tritt in den beiden Fließstrecken auf. Während in der Wachau Eintiefungsraten von 1-2 cm/Jahr beobachtet werden, sind flussab von Wien sogar 2-3 cm/Jahr feststellbar (gemäß Habersack et al. (2012) ist im Abschnitt östlich von Wien trotz VHP Zugabe von rund 190.000 m³/Jahr ein Defizit mit 2 cm/Jahr Eintiefung vorhanden). Begründet wird dieser Effekt durch die durchgeführten Donauregulierungen im 19. Jahrhundert sowie die Kraftwerksketten die die Feststoffdurchgängigkeit behindern.

Kommt es hingegen zu Sedimentüberschuss so ist in der Wachau-Strecke mit Anlandung in der Schifffahrtsrinne und damit der Bildung von Mitterhaufen zu rechnen. Auf der zweiten Strecke ist im Falle eines Hochwassers die Ablagerung von Feinsedimenten in den Überflutungsflächen problematisch, die zur Aufhöhung derselben führen.

Weitere Auswirkungen auf die Schifffahrt sind mit Struktur- und Substratänderungen des Flussbettes verbunden. Mit den größten Veränderungen ist der Abschnitt südöstlich von Wien konfrontiert, wo Ufersicherungen entfernt und eine Optimierung der Buhnen vorgenommen wurde (Donauconsult, 2006). Die dadurch wieder stattfindende Ufererosion führt (zumindest bis der Gleichgewichtszustand erreicht ist) zu unerwünscht hohen Querströmungen sowie zu Anlandungen in der Fahrrinne wobei lokale Untiefen entstehen können. In der Wachau wurde hingegen eine Veränderung der Kiesbänke aufgrund der Inselschüttungen beobachtet. Aber auch eine Beeinträchtigung der Furt-Kolk Sequenzen bei der es wiederum zur Ausbildung von Untiefen kommt wurde festgestellt. Als Gegenmaßnahme werden in beiden Abschnitten Umlagerungsbaggerungen zur Erhaltung der Fahrrinne durchgeführt.

In beiden Abschnitten werden neben den Sohlhöhen auch die Wasserspiegellagen sowohl bei Nieder- als auch bei Hochwasser gemessen. Zudem werden auch der Geschiebe- und Schwebstofftransport erfasst sowie Durchflussmessungen mit Messungen der Fließgeschwindigkeiten über den Fließquerschnitt durchgeführt. Weiters dienen durchgeführte Substratproben zur Bestimmung der Korngrößenverteilung. Zusätzlich werden Parameter zu den Flussnebenarmen und Überflutungsflächen erhoben. Beachtung findet auch gefährdete Infrastruktur wie die Donaubrücke nahe Hainburg, die regelmäßig auf ihre Standsicherheit überprüft wird.

5.1.3.3 *GESTAUTE FLUSSABSCHNITTE*

An den gestauten Flussabschnitten der Donau wurden Laufbegradigungen, Gefälleänderungen, Sohlabdichtungen durchgeführt sowie Nebenarme abgetrennt, um die Strecke für die Schifffahrt zu ertüchtigen. Die Mindestfahrwassertiefe in den Stauräumen wurde mit 2,8 m beziffert, die Sollbreite der Fahrrinne ist mit 120 m ident zu jener in den freien Fließstrecken. Das vorhandene Sohlsubstrat wird mit „Feinsedimenten“ beschrieben.

Die Aufstauung entsteht aufgrund von Laufkraftwerken sowie beweglichen und kombinierten Wehren in der Donau. Zudem sind auch Schleusen vorhanden, die den Schiffsverkehr ermöglichen. Als Längsbauwerke kommen Ufersicherungen und Rückstaudämme in den Abschnitten vor. Die Kraftwerke sind zusätzlich mit Überströmstrecken ausgestattet.

Negative Auswirkungen sind durch Stauraumverlandungen gegeben welche auf die reduzierte Transportkapazität im nahezu stehenden Wasserkörper zurückzuführen sind. Abhilfe schaffen hier Baggerungen die von der viadonau bzw. dem Kraftwerksbetreiber (VHP) in den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen durchgeführt werden. Im unmittelbaren Unterwasser kommt es hingegen aufgrund der fehlenden Sedimente zu Freilegungen des felsigen Untergrunds welcher aufgrund seiner unregelmäßigen Struktur problematisch sein kann. Hier wird mit Adaptierungen der Stromsohle gegengewirkt. Weitere Maßnahmen sind in den entsprechenden Bewilligungs- bzw. Kollaudierungsbescheiden der Kraftwerke festgelegt.

Gemessen werden die Sohlhöhen sowie Nieder- als auch Hochwasserspiegellagen in den Staubecken. Von der VHP werden Schwebstoffkonzentrationen an den Kraftwerken erhoben und die viadonau führt an weiteren Messstellen Schwebstoffmessungen durch. Falls es Nebenarme oder Überflutungsflächen in den angrenzenden Bereichen gibt, werden auch dort Messungen vorgenommen.

5.1.3.4 *GRENZGEWÄSSER THAYA UND MARCH*

Im Zuge von SED_AT wurde ein Fragebogen beantwortet, der anfangs die Grenzstrecke der Thaya zu Tschechien und anschließend nach der Einmündung in die March zur Slowakei behandelt.

Sowohl die March als auch die Thaya sind mäandrierende Flüsse bei welchen als Hauptproblem die morphologische Veränderung der Strecke befunden wird. Vorherrschendes Sohlsubstrat ist Kies und Sand. Als Längsbauwerke treten Leitwerke, Ufersicherungen und Deiche entlang der Strecke auf. Als Querbauwerke kommen Buhnen vor und weiters gibt es im Abschnitt Stauhaltungen und Regulierungen die den Wasserhaushalt beeinflussen.

Zur massiven Sohleintiefung der March kam es in Folge von Regulierungsmaßnahmen vor 1979. Ausgenommen von einigen geologisch unerodierbaren Bereichen, betrug die Absenkung im gesamten Abschnitt bis zu 2 m. In Folge kam es auch zur Unterspülung der Ufersicherungen. Als Abhilfe wurden und werden Renaturierungsmaßnahmen (z.B. Projekte: More, Life March) getroffen, derzeit ist das Bett „eher stabil“. Zur Thaya gibt es keine Information über die Eintiefung.

Problematisch ist auch der Überschuss von Sedimenten der zur Verlandung der Neben- und Seitenarmen und zu Auflandungen in befestigten Uferböschungen und Uferreehen führt. Die Hochwassersicherheit ist dadurch aber nicht beeinträchtigt. Langfristig führen diese Prozesse aber zur Entkopplung der Vorländer sowie der stromabwärts angebundnen Nebenarmen. Abhilfe schaffen hier durchgeführte Restrukturierungsmaßnahmen mit der eine Vollintegration der betroffenen Bereiche angestrebt wird.

Aufgrund des mäandrierenden Verlaufes treten auch im Zusammenhang mit Mäander-Durchstichen Probleme auf. An den abgeschnittenen Armen kommt es zur Verlandung, Verfeinerung des Materials und auch vermehrtem Aufkommen von Vegetation. Der Hauptarm erfährt dadurch eine Laufverkürzung mit höheren Fließgeschwindigkeiten und vermehrter Sohleintiefung. Auch hier wird mittels Renaturierung versucht eine Entspannung der Situation zu schaffen.

Gemessen werden im Flussabschnitt Profil und Sohlhöhen sowie Wasserspiegellagen von Nieder- und Hochwasser. Weiters werden Durchflussmessungen mit Messung der Fließgeschwindigkeit über den Fließquerschnitte und Schwebstoffmessungen durchgeführt..

Es wurde darauf hingewiesen, dass bei der Beurteilung der Grenzgewässer, insbesondere bei der Planung/Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen immer der internationale Charakter und die Abstimmung mit den Nachbarländern zu beachten sind.

5.1.3.5 FORSCHUNGSBEDARF

Im Bereich der Wasserstraße Donau wird ein Großteil des Forschungsbedarfes bereits durch mehrerer Projekte z.B. Flussbauliches Gesamtprojekt Donau östlich von Wien oder im Rahmen des Christian Doppler Labor für Innovative Methoden in Fließgewässermonitoring, Modellierung und Flussbau abgedeckt.

Bezüglich der Grenzgewässer March und Thaya wurde als Forschungsbedarf die einzugsgebietsbezogene Betrachtung des Feststoffhaushaltes angeführt.

5.1.4 ENERGIEWIRTSCHAFT

Insgesamt wurden im Bereich Energiewirtschaft 79 Fragebögen vollständig ausgefüllt. Davon entfallen 24% (19 Fragebögen) auf (Pump-)speicherkraftwerke und 76% (60 Fragebögen) auf Laufkraftwerke (*Abbildung 56a*). Unter den insgesamt 60 Laufkraftwerken befinden sich 37 Fluss- und 19 Ausleitungskraftwerke; für 4 Kraftwerke gibt es keine Angabe zur Lage des Krafthauses (*Abbildung 56b*). Bei den (Pump-)speicherkraftwerken handelt es sich ausschließlich um Ausleitungskraftwerke. Die Einzugsgebiete, in denen sich die Kraftwerke jeweils befinden, sind in *Abbildung 57* dargestellt. Die Kraftwerksgröße zeigt eine große Bandbreite und variiert zwischen 0.1 und 500 MW Engpassleistung (EPL).

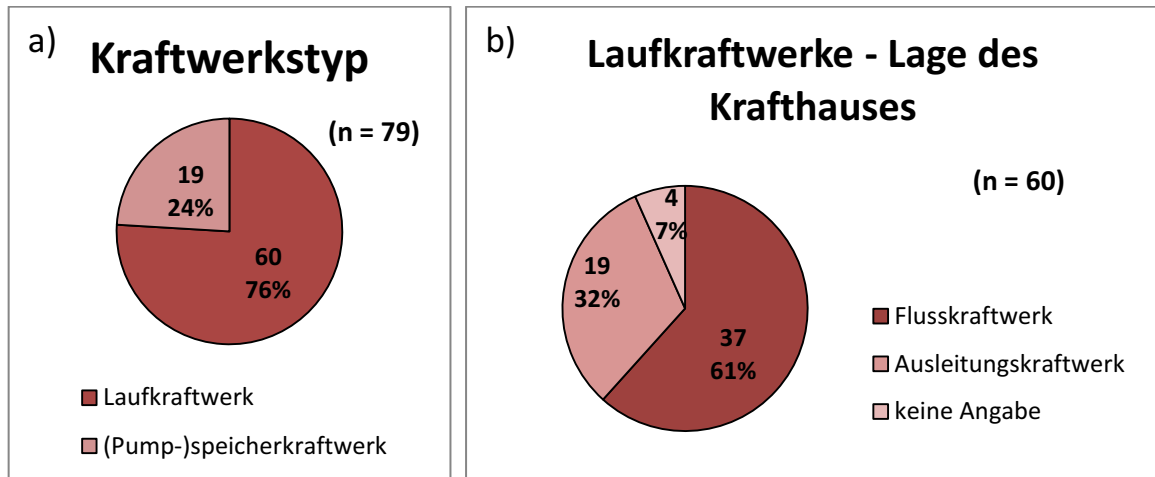


Abbildung 56: Ausgefüllte Fragebögen nach Kraftwerkstyp (a) und Zuordnung der Laufkraftwerke nach Lage des Krafthauses (b).

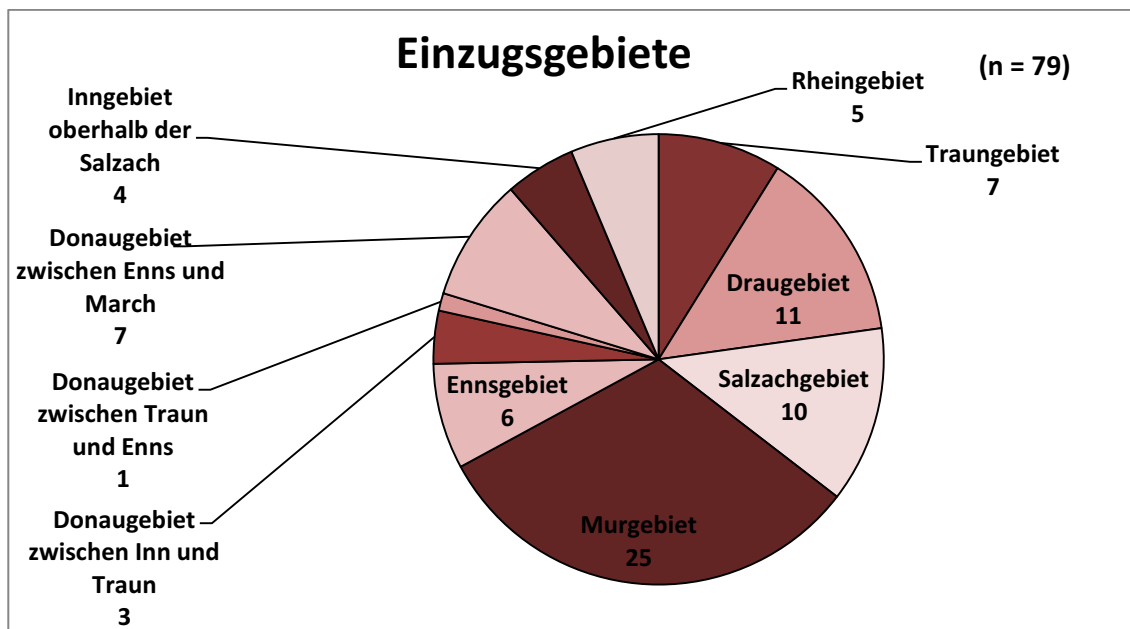


Abbildung 57: Ausgefüllte Fragebögen nach Einzugsgebieten.

Bei 55 der behandelten Kraftwerke wurden Feststoffthemen, d.h. entweder Probleme mit dem Feststoffhaushalt oder Maßnahmen die den Feststoffhaushalt verbessern und somit den Betrieb sichern, explizit angesprochen (*Abbildung 58*).

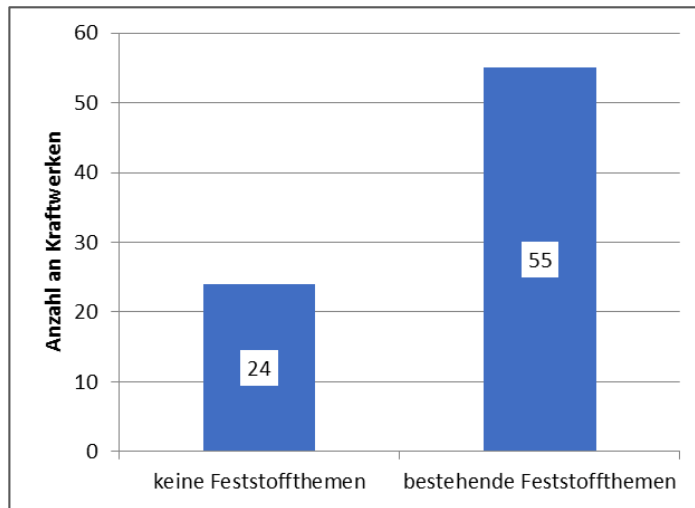


Abbildung 58: An 55 der bearbeiteten Kraftwerke werden Maßnahmen betreffend Feststoffe durchgeführt bzw. treten Probleme mit Feststoffen auf.

Abbildung 59 zeigt die Hauptprobleme, mit denen die betreffenden Flüsse bzw. Flussabschnitte konfrontiert sind. Hier wurde für Laufkraftwerke und (Pump-)Speicherkraftwerke überwiegend Sedimentüberschuss als vorrangiges Problem dargestellt. Das Verhältnis von Sedimentdefizit zu Sedimentüberschuss Angaben bei allen Kraftwerkstypen beträgt 1 zu 10. Bei 24 Fragebögen wurde angegeben, dass aktuell kein Problem besteht, oder dass dieses nicht bekannt ist. Sonstige Hauptprobleme treten bei 4 ausgefüllten Fragebögen auf. Die sonstigen Probleme werden wie folgt angegeben: teilweise starke Geschiebeeinstöße in Ausleitungsstrecken und Sedimentdefizit unterhalb der Speicher, Sohlstufen und Rampen wodurch Sohleintiefung entsteht.

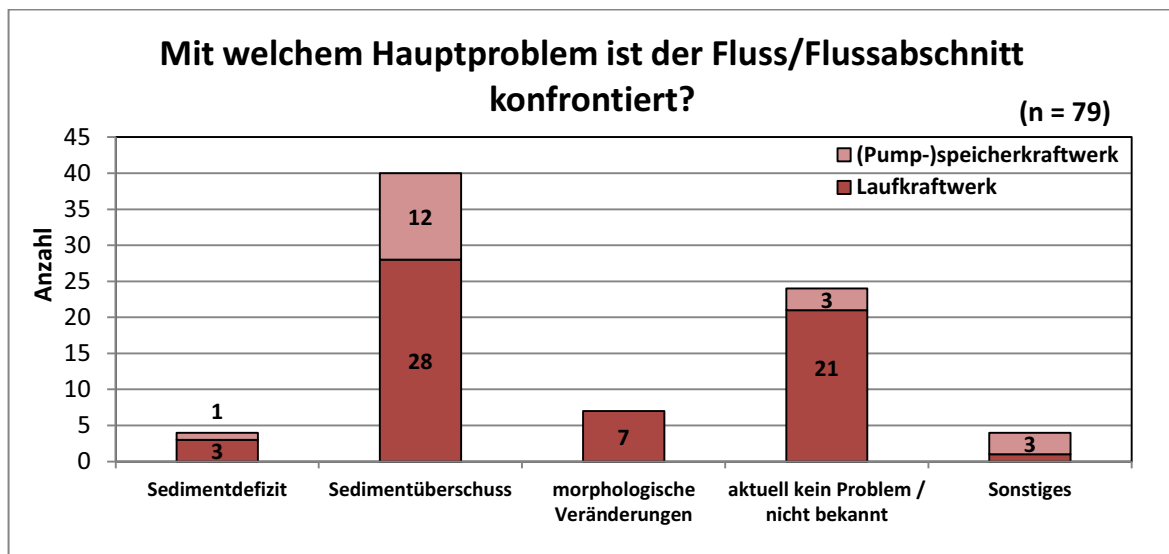


Abbildung 59: Hauptprobleme mit denen die Flussabschnitte konfrontiert sind.

Für 10 Kraftwerke werden Veränderungen des Wasserhaushalts angegeben, die sich auf den Feststoffhaushalt auswirken (Abbildung 60). Diese beinhalten Überleitungen, Auswirkungen des Speicherbetriebs und lange Restwasserstrecken. Bei 28 Kraftwerken befindet sich ein Permafrostgebiet im Einzugsgebiet.

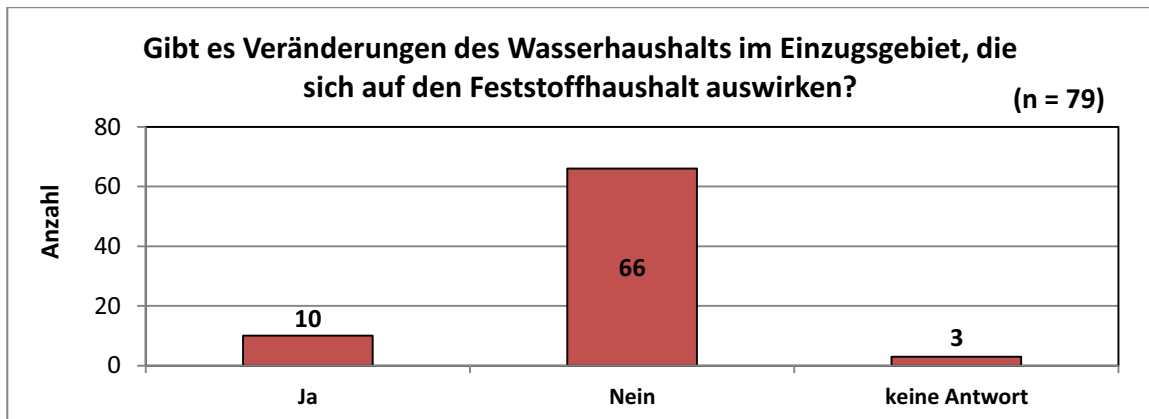


Abbildung 60: Veränderungen des Wasserhaushaltes.

5.1.4.1 PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN

5.1.4.1.1 SEDIMENTÜBERSCHUSS

Die häufigsten Probleme bzw. Auswirkungen im Zusammenhang mit Sedimentüberschuss sind in *Abbildung 61a* dargestellt. Für Lauf- wie auch für (Pump-)Speicherkraftwerke ist die Speicher- bzw. Stauraumverlandung das wichtigste Problem. Die Hochwassersicherheit ist eine weitere wichtige Herausforderung für Laufkraftwerke. Sonstige Probleme/Auswirkungen beinhalten unter anderem Auflandungen in der Ausleitungsstrecke und Kiesablagerung im Stauwurzelbereich. Für manche Kraftwerke sind Messungen zur Verlandung vorhanden. Die durchschnittliche Sedimentationsrate wird bei den meisten Kraftwerken als „sehr variabel“ bezeichnet; die angegebenen Werte reichen von 15.000 bis 60.000 m³/Jahr.

Die wichtigste Auswirkung der Speicherverlandung ist bei (Pump-)speicherkraftwerken das Auftreten von betrieblichen Problemen, insbesondere die Einschränkung des Nutzvolumens, welche unter diesem Punkt gelistet ist (*Abbildung 61b*). Bei Laufkraftwerken werden am häufigsten Auswirkungen auf den Hochwasserschutz durch Geschiebeablagerung an der Stauwurzel genannt.

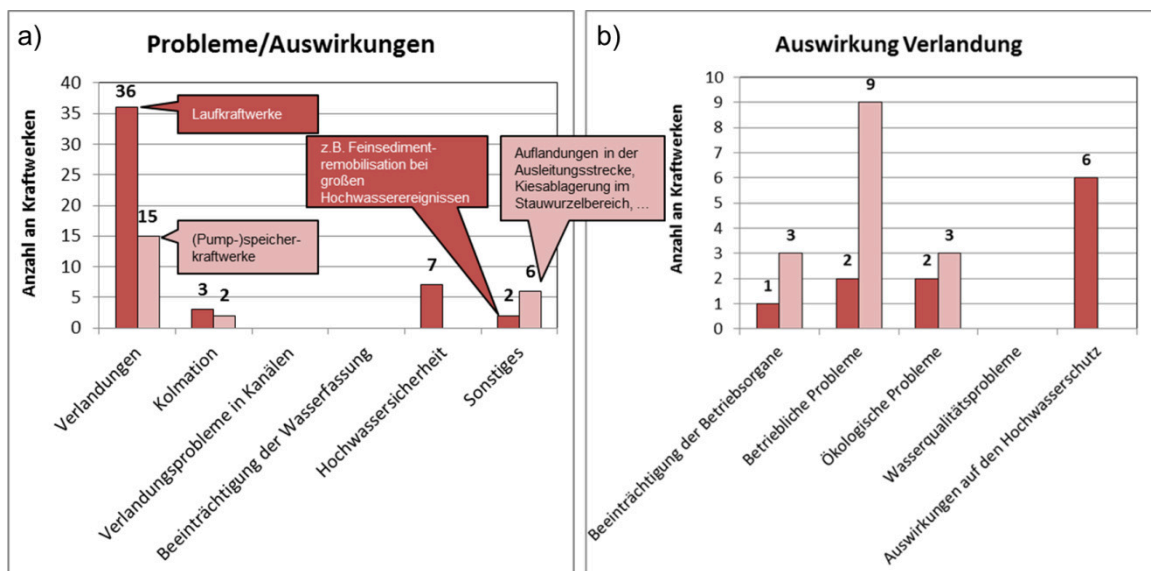


Abbildung 61: Probleme mit Feststoffen im Bereich der E-Wirtschaft (a) und Auswirkung von Sedimentüberschüssen (b).

Sowohl bei den (Pump-)speicher- als auch bei den Laufkraftwerken werden als Gegenmaßnahmen Baggerung und Spülung angewandt (Abbildung 62). Sonstige unterstützende Maßnahmen bei Laufkraftwerken beinhalten die Errichtung von Bühnen und initiale Geschiebeumlagerung.

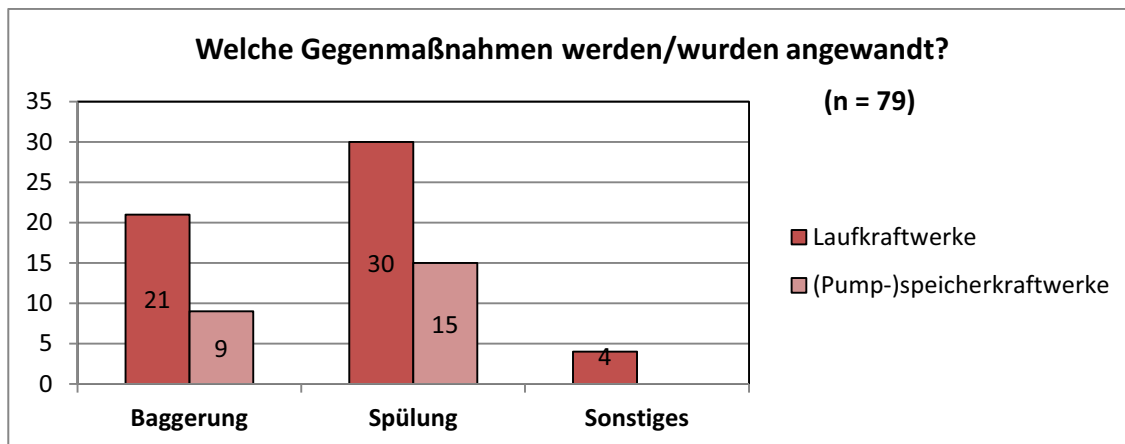


Abbildung 62: Maßnahmen gegen die Speicherverlandung.

Die räumliche Ausdehnung der **Baggerung** variiert stark: Die Angaben reichen von kleinräumigen Maßnahmen (Ausleitungsstrecke, vorgelagertes Ausschotterungsbecken und Kiesfalle, Stauwurzelbereich, Staumauer) bis zum gesamten Speicher/Stauraum. Ebenso variiert die Häufigkeit der Baggerung, von jährlich bis hin zu seltenen, anlassbezogenen Fällen. Das ausgebagerte Material wird entweder wieder ins Unterwasser zugegeben oder deponiert bzw. verwertet. Ebenso kommt die Umlagerung innerhalb des Speichers/Stauraumes vor.

Bei der Bewertung der Maßnahme „Baggerung“ wird diese von einem Großteil der Befragten als technisch effizient, wirtschaftlich und mit gering nachteiligem Einfluss auf die Ökologie beurteilt (Abbildung 63 bis Abbildung 65). Allerdings geben beinahe die Hälfte der Befragten an, dass sie die Maßnahme für nicht nachhaltig halten (Abbildung 66).

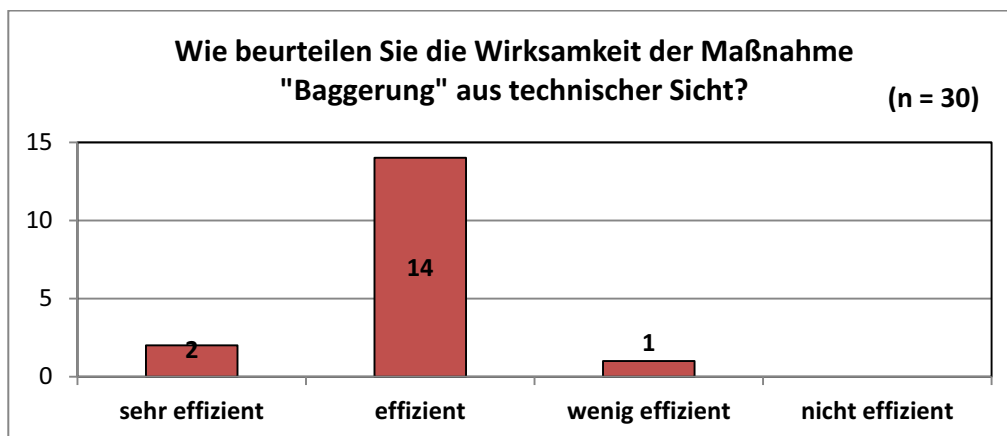


Abbildung 63: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus technischer Sicht.

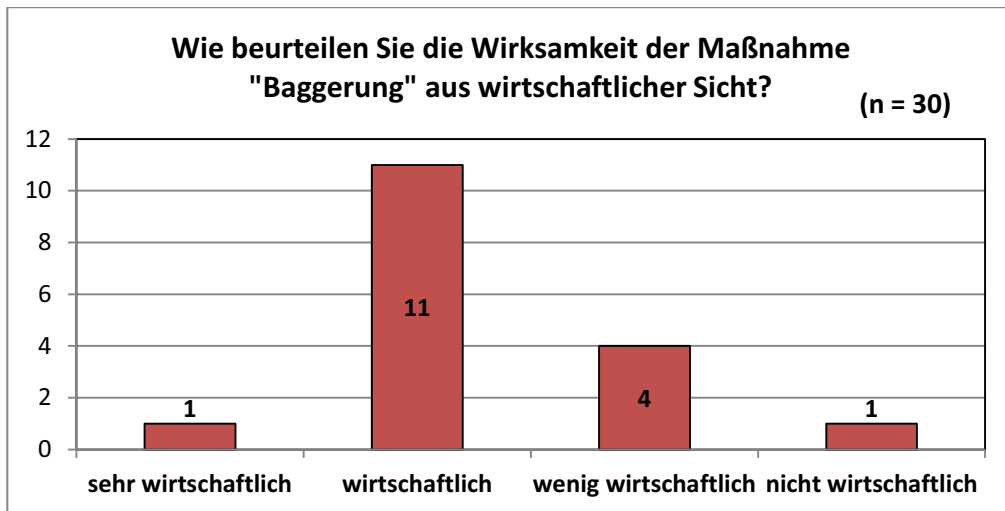


Abbildung 64: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus wirtschaftlicher Sicht.

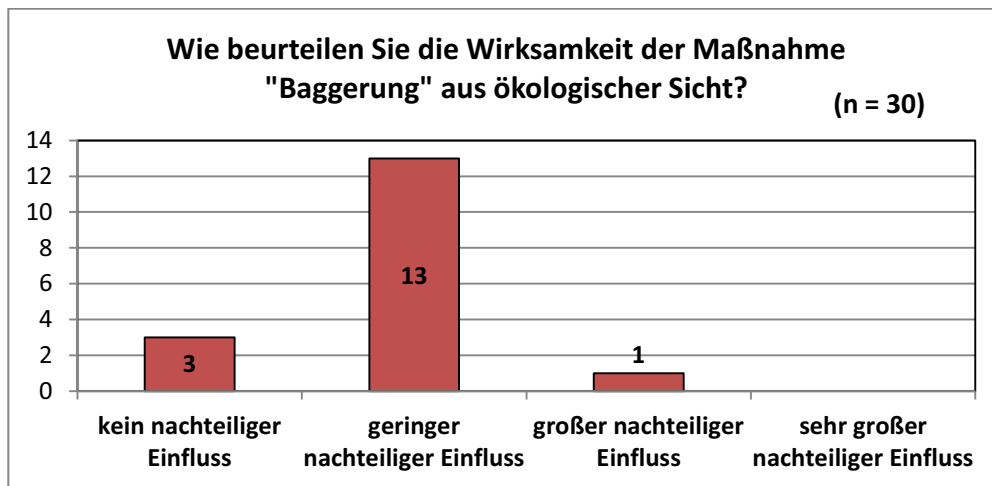


Abbildung 65: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus ökologischer Sicht.

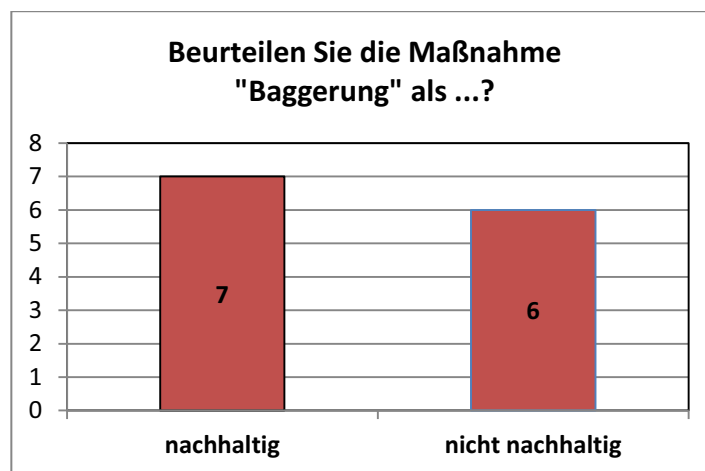


Abbildung 66: Nachhaltigkeit der Maßnahme „Baggerung“.

Folgende aufgetretene Probleme werden bei der Maßnahme „Baggerung“ genannt:

- Betriebseinstellung erforderlich; die Feststoffzugabe ist nur zeitlich sehr beschränkt möglich.

- Bei ablaufender Hochwasserwelle steht für die Baggerung nur ein sehr eingeschränktes Zeitfenster zur Verfügung.
- Saugbaggerleistungen zu gering; Schwierigkeiten mit Totholz am Speicherboden.
- Bevor das Material transportfähig war, musste es erst aufwendig und langwierig zur Abtrocknung aufbereitet werden. Dies verlängerte die Beckenaußerbetriebsnahmen für die Trockenbaggerung deutlich.
- Geeignete Verwendungen für das Material waren in den letzten Jahren nur mehr in einem Umkreis bis zu 30 km Entfernung zu finden. Hohe Transportkosten und aufwendige Bewilligungsverfahren wegen zahlreicher Betroffener.
- Da die Beckendichtung aus Feinmaterial an der Sohle besteht, musste bei den Entlandungsmaßnahmen sehr vorsichtig vorgegangen werden.
- Nachhaltig ist die Baggerung nur in Verbindung mit geänderter Betriebsweise (z.B. Spülordnung) oder den Geschiebetrieb unterstützenden Maßnahmen (z.B. Errichtung von Bühnen).
- Baggerungen sind nur in der Niederwasserperiode und je nach Region aus gewässerökologischer Sicht nur zu bestimmten Zeiten möglich.
- Teilweise Probleme durch Trübung in Verbindung mit der Fischerei und Gewässerökologie.
- Massiver Großgeräteinsatz erforderlich.
- Für die Baggerung sind wasserrechtliche Bewilligungen erforderlich, wobei es viele Berührungspunkte mit der Fischerei (Entschädigungen), Gewässerschutz (Ausgleichsmaßnahmen), etc. gibt.
- Nachdem die Kiesfalle im Staubereich liegt, lagern sich auch sehr viele Feinteile und organische Verunreinigungen ab, wodurch die Materialqualität stark vermindert wird. Trotz Gewinnung des Materials mit Saugbaggerung bleibt ein Großteil der Verunreinigungen im gewonnenen Material.

Folgende Ideen/Vorschläge gibt es zur Maßnahme „Baggerung“:

- Eine Rückgabe direkt ins Unterwasser wird angedacht, da das Problem der nicht verwertbaren Feinsedimente damit durch Rückführung in den natürlichen Kreislauf gelöst werden würde.
- Wegen des dringlichen Erfordernisses, die Sedimente nachhaltig zu bewirtschaften wird überlegt, diese dem Triebwasser beizugeben.
- Es wurde auf ein Saugbaggersystem umgestellt. Damit werden die Feinsedimente über die Triebwasserführung direkt in den Vorfluter zurückgegeben. Außerhalb der genehmigten Rückgabezeiten wird das grobkörnigere Material über Hydrozyklone aufbereitet und die Sandfraktionen einer Wiederverwertung zugeführt.

Wie bei den Baggerungen variiert auch die Häufigkeit der **Spülungen** von Kraftwerk zu Kraftwerk stark. Die Angaben reichen von fünfmal jährlich bis alle 10 Jahre. Der Spülvorgang ist oft an das Auftreten eines Hochwasserereignisses gekoppelt. Die Dauer eines Spülvorgangs beträgt einige Stunden bis Tage. Während der Spülung gibt es teilweise ein Monitoring, bei dem unter anderem Werte wie Feststoffkonzentration, Sauerstoffsättigung und Ammoniumgehalt gemessen werden. In einigen Fällen kann das gesamte Material mittels Spülung aus dem Speicher/Stauraum ausgetragen werden, in anderen Fällen verbleibt Material bzw. wird mittels (Saug)baggerung entfernt.

Bei der Bewertung der Maßnahme „Spülung“ wird diese von einem Großteil der Befragten als technisch (sehr) effizient, (sehr) wirtschaftlich und mit keinem bzw. geringem nachteiligen Einfluss auf die Ökologie beurteilt (*Abbildung 67 bis Abbildung 69*). Alle Angaben bezeichnen die Maßnahme als nachhaltig.

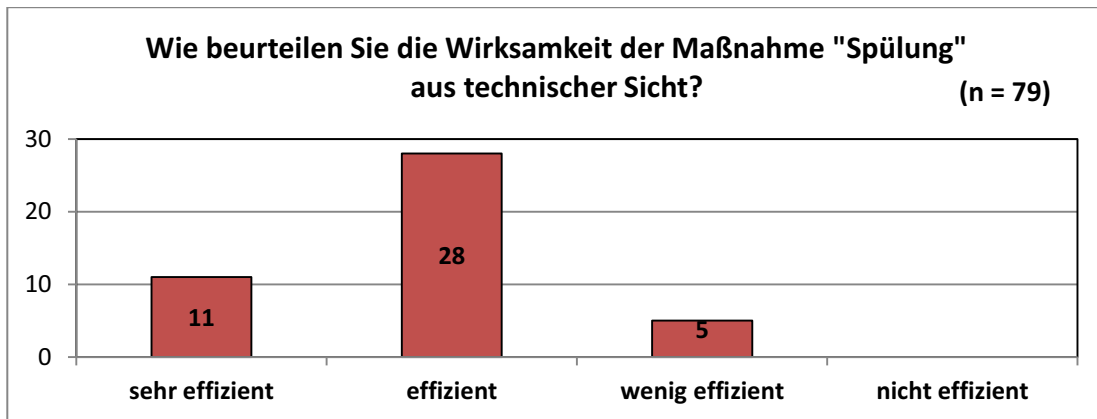


Abbildung 67: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus technischer Sicht.

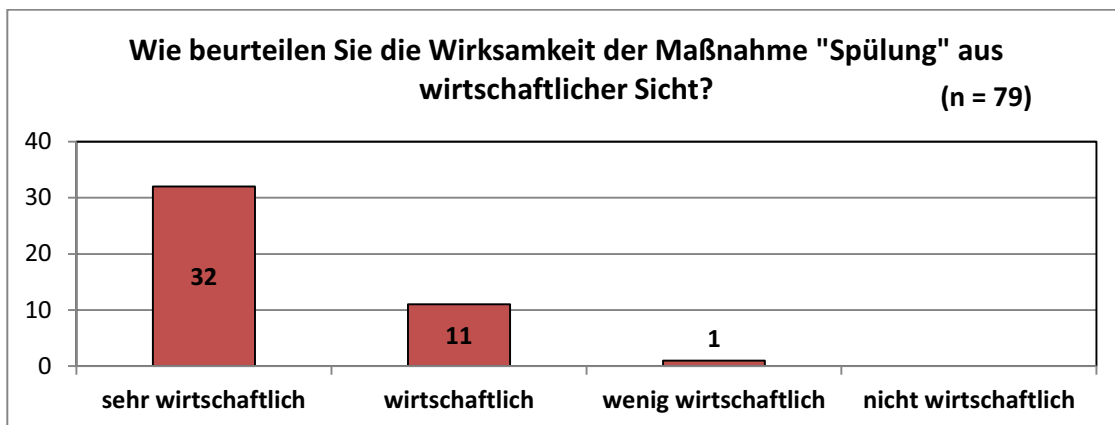


Abbildung 68: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus wirtschaftlicher Sicht.

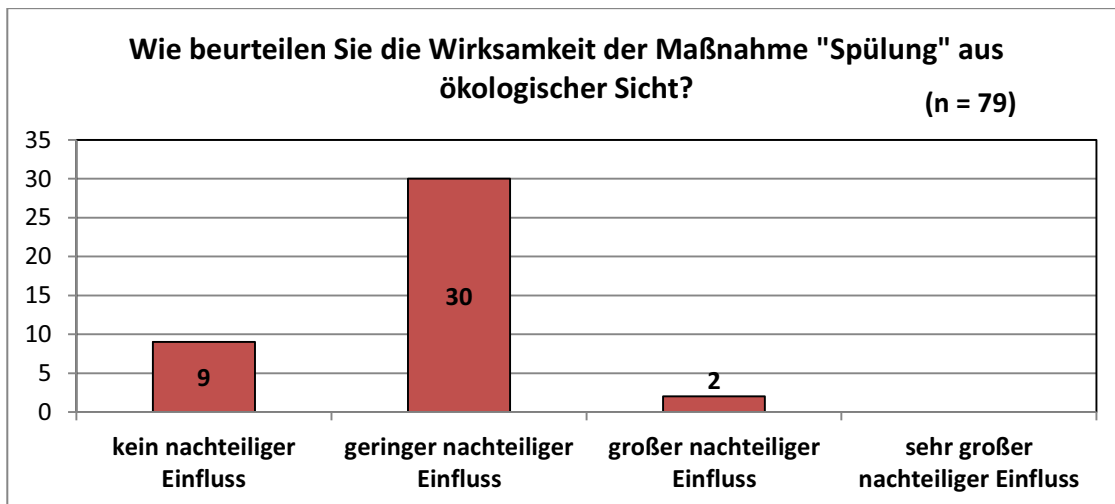


Abbildung 69: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus ökologischer Sicht.

Folgende aufgetretene Probleme werden bei der Maßnahme „Spülung“ genannt:

- Verklausung des Grundablasses.
- Bei Frühjahrshochwässern befinden sich im Unterwasser gelegentlich noch Lawenstriche (Verklausungsgefahr).

- Teilweise sind die Spülwellen sehr kurz, da sie aus lokalen Starkregenereignissen resultieren. Prognoseunsicherheiten betreffend die Hydrologie (Topographie, Alpenraumcharakteristik – Überregnung etc.).
- Trotz komplexer Modelle ist die Zuverlässigkeit der Hochwasserprognosen beschränkt. Die Hochwasserwellen weisen häufig beträchtliche Scheitelwerte auf, sind aber von kurzer Wellendauer geprägt, was für die Spülung (zu kurze Nachspülung) ungünstig ist.
- Erosionen im Stauraum.
- Erosionen an Uferböschungen im Stauraum, Anlandung unterhalb des Kraftwerks.

Folgende Ideen/Vorschläge gibt es zur Maßnahme „Spülung“:

- Mindestens jährliche Spülintervalle sollten vom Anbeginn einer Stauanlage als wirksames Instrument gegen die Stauraumverlandung eingesetzt werden.
- Wichtig ist, dass die Spülungen regelmäßig (mindestens 1 Mal jährlich) im Zuge natürlicher Hochwasserereignisse durchgeführt werden. Damit kann die Spülmenge relativ klein gehalten werden und ein weitgehend kontinuierlicher Feststoffweitertransport gewährleistet werden.

5.1.4.1.2 *SEDIMENTDEFIZIT*

Als Auswirkung von Sedimentdefizit wird bei drei Laufkraftwerken Sohleintiefung genannt. Bei einem (Pump-)speicherkraftwerk kommt es durch Sohleintiefung dazu, dass Sohlrampen und Abstürze im Verhältnis zur Sohle hoch liegen; die Eintiefung der Sohle muss durch ein neues Rampen- und Bühnenkonzept gestoppt werden. Eine weitere Auswirkung des Sedimentdefizits bzw. der Sohleintiefung ist die mögliche Gefährdung der Ufersicherungen im Unterwasser.

Das Sedimentdefizit entsteht durch die Sperrbauwerke, Geschiebeentnahme, erhöhte Schleppkraft durch Flussverbauungen, sowie eine natürliche Geschiebefalle in Form eines Sees.

5.1.4.1.3 *SONSTIGE PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN*

Totholz bzw. Totholzdrift stellt für 14 Laufkraftwerke und für 3 (Pump-)speicherkraftwerke ein Problem dar (*Abbildung 70*). In diesem Fall werden folgende Ursachen, Auswirkungen und sonstige Anmerkungen genannt:

- Bei Starkregenereignissen können größere Totholz mengen in den Speicher eingetragen werden.
- Die Menge des anfallenden Totholzes nimmt eher zu, was vermutlich in Verbindung mit der Zunahme lokaler Starkregenereignisse steht. Teilweise wird auch beobachtet, dass die Gewässerbetreuung (Totholzräumung) in den Zubringern nicht mehr optimal erfolgt.
- Totholz, das auf den Speicherboden absinkt, ist eine Erschwernis für die Saugbaggerung.
- Totholz kann ein Problem für die Freihaltung des Staumauergrundablasses im Zuge der Speicherspülung darstellen.
- Schwimmholz wird mit einer eigenen Krananlage gesammelt und aus dem Speicherraum geborgen.
- Bei Hochwasserereignissen entstehen Verklausungen.
- Das geräumte Material muss entsorgt werden und ist deponiepflichtig.

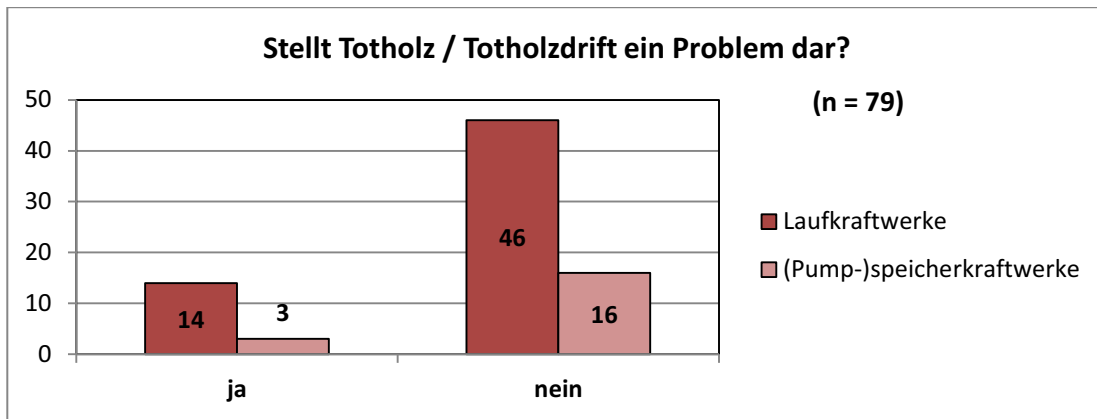


Abbildung 70: Problematik von Totholz/Totholzdrift.

Auf die Frage, welche Probleme sich durch die **Veränderung des Stands der Technik und durch die Anpassung an die Qualitätszielverordnung** sich für Kraftwerksbetreiber ergeben können, bzw. was die betrieblichen und energiewirtschaftlichen Auswirkungen wären, erfolgten unter anderem folgende Antworten:

- Durch eine Erhöhung der Pflichtwasserabgabe wäre mit wesentlichen Energieverlusten zu rechnen und auf Grund der verringerten Mindestwasserführung mit Stillstandzeiten des Kraftwerks in den Wintermonaten.
- Die Art der Wasserrückgabe könnte durch Vorgabe der Einhaltung von Schwall- und Sunkregelungen beeinflusst werden und damit die Betriebsweise stark einschränken oder zusätzliche Baumaßnahmen – sofern diese möglich sind – und damit verbunden hohe Kosten verursachen.
- Reglementierungen hinsichtlich Schwall und Sunk können beträchtlichen Einfluss auf den Betrieb der Kraftwerksanlagen haben. Die Produktion von Spitzen- und Regelenergie würde deutliche Einbußen erleiden.

5.1.4.2 ZUKÜNFTIGE MAßNAHMEN – UNGELÖSTE FRAGESTELLUNGEN / FORSCHUNGSBEDARF

Folgende zukünftige Maßnahmen bzw. Forschungsbedarf wurden genannt:

5.1.4.2.1 SEDIMENTÜBERSCHUSS

- Schwebstoffweitergabe mit dem Triebwasser – Probleme mit Verschleiß;
- Durchschleusen von Trübeströmen;
- Auswirkungen durch Veränderung der Permafrostgebiete.

5.1.4.2.2 SPÜLUNG

- Vergleich jährliche Spülung mit 10-jährlicher Spülung: kurzzeitige und langfristige Betrachtung, z.B. regelmäßige, kurze und alljährlich durchgeführte Stauraumspülungen im Vergleich zu größeren Stauraumentlandungen, die nur alle 10 Jahre oder einem noch länger dauernden Intervall durchgeführt. Welche Auswirkungen auf die Ökologie sind hier langfristig zu erwarten? Wie sieht diesbezüglich eine ökologisch verträgliche Spülung aus?
- Optimales Spülmanagement in Abhängigkeit der Wasserführung, optimale Dauer der Nachspülung.

5.1.4.2.3 *BAGGERUNG*

- Wie kann aus Trübung des Saugbaggergemisches eine zuverlässige Materialentnahmemenge eruiert werden? Die eingesetzten Trübesonden liefern zu ungenaue Werte.
- Trübewerte und ökologische Verträglichkeit, Abgabezeiten.
- Verhalten von Hochdruckanlagen (Pelton-turbinen) bei Sedimentzugabe im Triebwasser.
- Konstruktion der Saugbaggeranlage im Hinblick auf präzise Einhaltung des Entnahmehorizonts.
- Baggerungen sind aus gewässerökologischer Sicht künftig kaum noch bewilligungsfähig (Ausnahme: Wiederherstellung der Hochwassersicherheit). Es stellt sich die Frage nach dem tatsächlichen ökologischen Schaden bzw. der zulässigen Feststoffbelastung bei der Durchführung von Baggerungen.

5.1.4.2.4 *SEDIMENTDEFIZIT*

- Regelmäßige Spülungen
- Rückgabe des über längere Zeit zurückgehaltenen Materials in den Vorfluter – Geschiebedotierung im Unterwasser

5.1.5 ÖKOLOGIE

Insgesamt wurden im Sektor der Ökologie durch die einzelnen Bundesländer 43 Fragebögen ausgefüllt. Hierbei wurden die Fragebögen von den Stakeholdern entweder fluss-/flussabschnittsspezifisch oder für gesamte Flusseinzugsgebiete ausgefüllt, weswegen die Auswertung allgemeiner durchgeführt wurde. Im weiteren wurden ergänzend zu den Fragebögen direkte Befragungen mit Experten des Bereiches Ökologie in Verbindung mit dem Feststoffhaushalt von Fließgewässern abgehalten, um weitere Aspekte miteinzubeziehen.

Abbildung 71 zeigt eine Übersichtskarte von Österreich mit den jeweils in den ausgefüllten Fragebögen behandelten Fließgewässerabschnitten. Für das Bundesland Niederösterreich ist eine Problembetrachtung einiger ausgewählter Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer 500 km² bei dieser Betrachtung miteinzubeziehen, welche durch die Expertenbesprechungen ergänzt wurden. Es handelt sich dabei um die Gewässer Kamp, Krens, Traisen, Thaya und Ybbs.

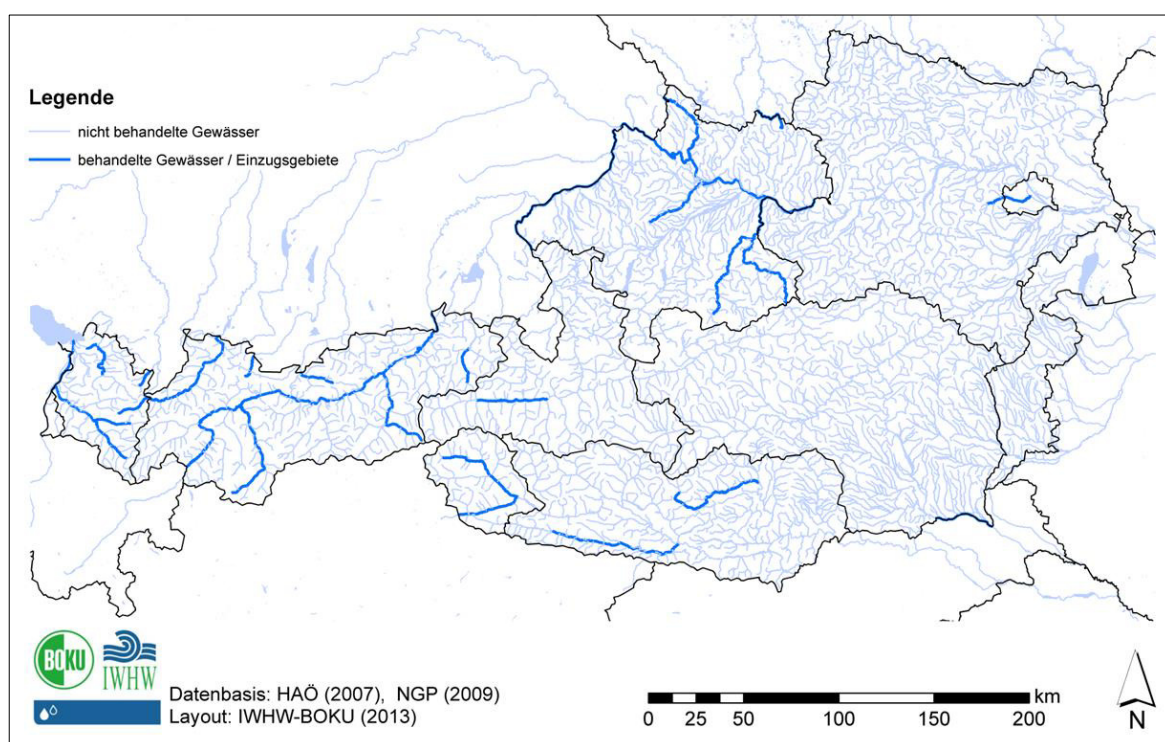


Abbildung 71: Übersicht über die mit Fragebogen behandelten Fließgewässer des Sektors Ökologie in Österreich.

Abbildung 72 zeigt die Anzahl der in den Fragebögen behandelten Gewässer je Einzugsgebiet. Es wurden nur jene Gewässer aufgenommen für die Fragebögen ausgefüllt wurden. Der größte Anteil an Fragebögen wurde zu den Einzugsgebieten Inn (30) und Donau (30) mit einem prozentualen Anteil von jeweils 30% beantwortet. Die Ergebnisse der Fragebögen werden in Folgendem detailliert erörtert.

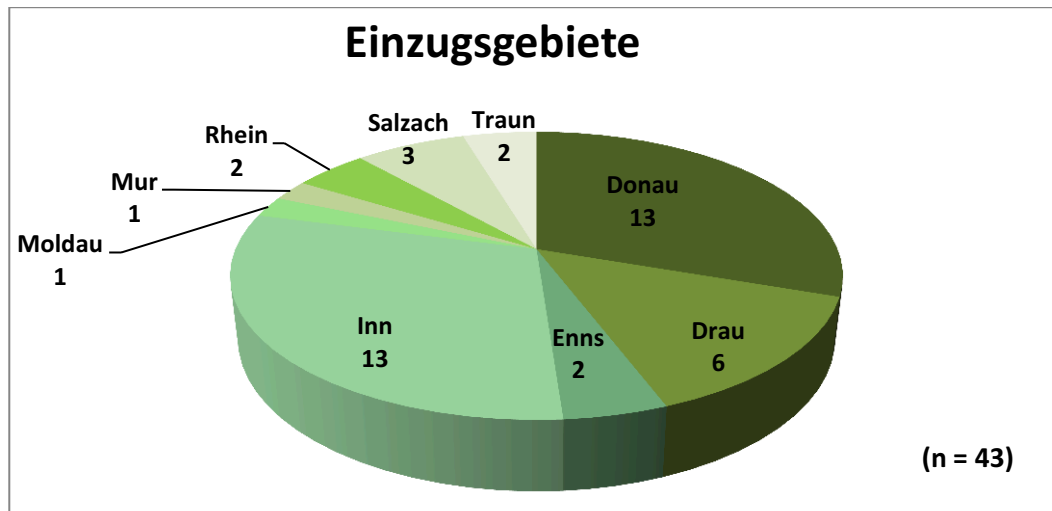


Abbildung 72: Übersicht der ausgefüllten Fragebögen nach Einzugsgebieten – prozentualer und numerischer Anteil.

5.1.5.1 PROBLEME UND AUSWIRKUNGEN

Das Hauptproblem in der Ökologie sind die **morphologischen Veränderungen** des Gewässers bzw. Sedimentdefizit in freien Fließstrecken und Sedimentüberschuss unter anderen in Staustrecken. Morphologische Änderungen als Hauptproblem stellen mit 16 Nennungen den größten Anteil dar (Abbildung 73). Als zweitgrößten Anteil mit 10 Nennungen wurde „Sonstiges“ gewählt, worunter folgende Beeinflussungen/Probleme angeführt wurden:

- Sedimentüberschuss und –defizit (2),
- Querbauwerke und Prädatoren,
- Sunk-Schwallbelastung,
- Morphologie und Hydrologie (2),
- stoffliche Belastung (2),
- Sedimentrückhalt aufgrund Wildbachverbauungen der kleinen und mittleren Zubringer,
- Energiewirtschaft

Das Hauptproblem **Sedimentüberschuss** (z.B. die Kolmation von Kiesbereichen, Sohlhebungen, Verlandung von Seitenarmen,...) im Flussabschnitt wurde mit sechs Nennungen als dritt häufigstes Problem genannt. Hierbei sind besonders Sedimentationsprozesse und die damit verbundene Verdichtung des hyporheischen Interstitials in Stauräumen hervorzuheben. Es kommt somit zu einem Verlust an Lebensraum der verschiedenen biologischen Qualitätselemente (Fischfauna, Makroinvertebraten, Phytoplankton, Makrophyten und Phytobenthos). Durch die Aufhöhung von Überflutungsflächen und die Feinsedimentablagerungen an Uferböschungen bzw. durch Uferwallbildung wird beispielsweise ein Rückzug von Fischen in strömungsberuhigte Zonen während Hochwasserereignissen erschwert. Diese Auflandungen führen in Kombination mit der Sohleintiefung zu einer Entkoppelung von Fließgewässer und Au.

Sedimentdefizit als Hauptproblem wurde fünfmal genannt. Generell wurden als Auswirkung des Sedimentdefizits die Verringerung und der Verlust an Habitaten, v.a. Schotterbänken, angeführt und ein negativer Zusammenhang zwischen Fischen und Defizitproblemen (wie z.B. Sohleintiefung, Verwerfung, Unterspülung von Bauwerken und Deckschichtbildung) vermutet.

Der Einfluss von fehlenden Uferrandstreifen auf die Temperaturentwicklung und der Effekt von zu geringen Restwassermengen, wurden ebenfalls als Problembereiche in der Ökologie angeführt. Bei der Auswertung hat sich weiters gezeigt, dass in vielen Bereichen die Zusammenhänge zwischen den

Problemen in der Ökologie und den Auswirkungen eines veränderten Sedimenthaushaltes und –transportes noch zu wenig erfasst und untersucht sind.

Vergleicht man nun abschließend die Gesamtzahl bestehender Hauptprobleme in Flussabschnitten mit Gewässerabschnitten ohne bestehende Hauptprobleme, zeigt sich, dass die Flussabschnitte mit bestehenden Problemen durch insgesamt 37 Nennungen und somit einem prozentualen Anteil von 86% gegenüber den Gewässerabschnitten ohne Probleme mit insgesamt 6 Nennungen und einem Anteil von 4% dominieren. Es ist jedoch zu beachten, dass die gewählten Flussabschnitte/Einzugsgebiete sehr unterschiedliche Größenordnungen haben und damit das Ergebnis etwas verzerrt sein kann.

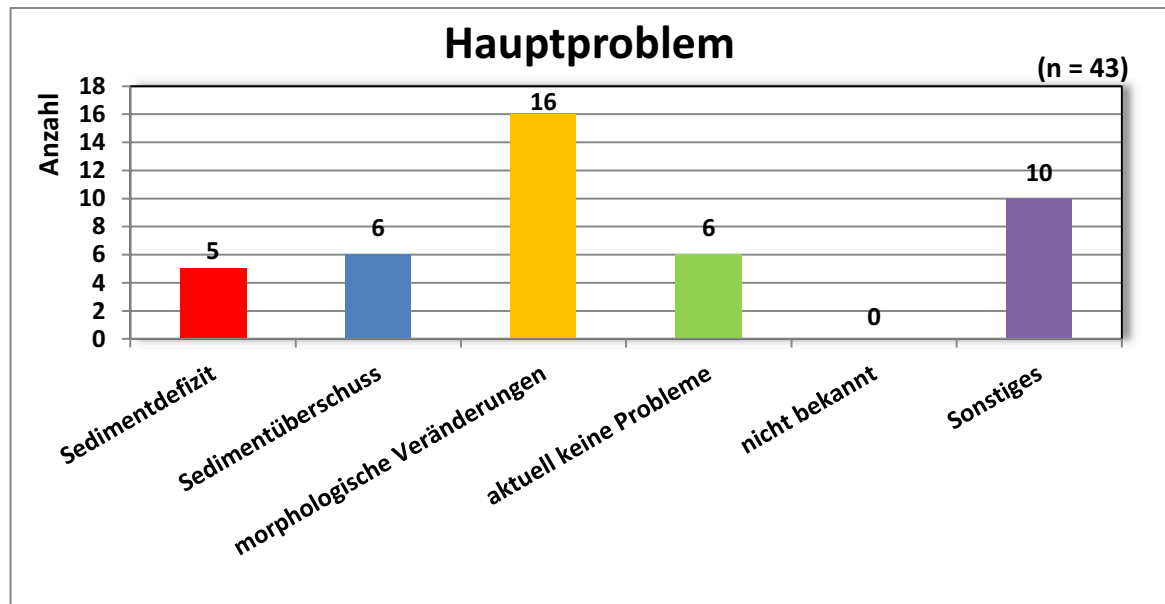


Abbildung 73: Hauptprobleme mit denen die Flussabschnitte/bzw. die Einzugsgebiete konfrontiert sind.

Entscheidend für die ökologische Eignung eines Gewässerabschnitts ist die Durchgängigkeit sowohl für Lebewesen als auch für Feststoffe. Somit ist die Angabe über Kontinuumsunterbrechungen in den Flussabschnitten wichtig und durch Nennung in den Fragebögen abgedeckt. Insgesamt wurden wiederum 43 Fragebögen ausgewertet und das Ergebnis zeigt, dass 25 Gewässerabschnitte durch Kontinuumsunterbrechungen gekennzeichnet sind, 13 Abschnitte keine Querverbauungen aufweisen und bei fünf der behandelten Gewässerabschnitte keine Angaben über vorhandene Kontinuumsunterbrechungen gemacht wurden. Dieses Ergebnis ist in der *Abbildung 74* dargestellt.

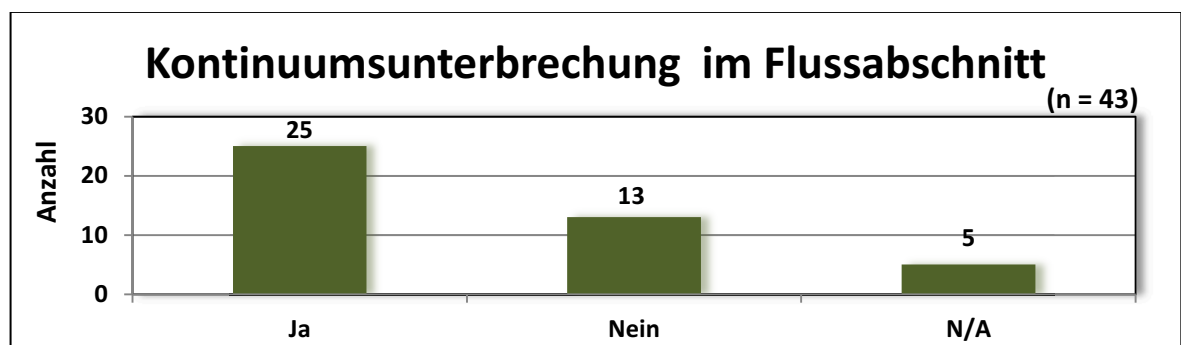


Abbildung 74: Angaben zu Kontinuumsunterbrechungen (z.B. Querbauwerke) in den behandelten Flussabschnitten. „Ja“ bedeutet, dass mindestens eine Kontinuumsunterbrechung im Flussabschnitt vorhanden ist, „Nein“, dass keine Kontinuumsunterbrechung vorhanden ist und „N/A“, dass im Fragebogen keine Angaben zu der gestellten Frage gemacht worden sind.

Bezieht man nun die Angabe über Kontinuumsunterbrechungen in die Nennung der jeweiligen Hauptprobleme in den Flussabschnitten mit ein, kommt man zu einem Ergebnis, welches in *Abbildung 75* dargestellt wird. Die Information über Kontinuumsunterbrechungen ist auch hier in die drei Angaben „Ja“, „Nein“ und „N/A (nicht vorhanden)“ aufgeteilt. Übertragen auf die vorhandenen Hauptprobleme wird deutlich, dass bei allen bestehenden Problemen der Hauptanteil der Flussabschnitte durch das Vorhandensein von Kontinuumsunterbrechungen charakterisiert ist. Lediglich bei der Angabe des Hauptproblems „aktuell keine Probleme“ ist kein genannter Gewässerabschnitt durch Kontinuumsunterbrechungen beschrieben. Dadurch wird verdeutlicht, dass Querbauwerke nicht nur zu direkten ökologischen Problemen führen, sondern ein fehlendes Feststoffkontinuum zusätzlich die morphologischen Probleme eines Einzugsgebietes verstärkt und es somit zu einer negativen Rückkopplung mit der Ökologie kommt.

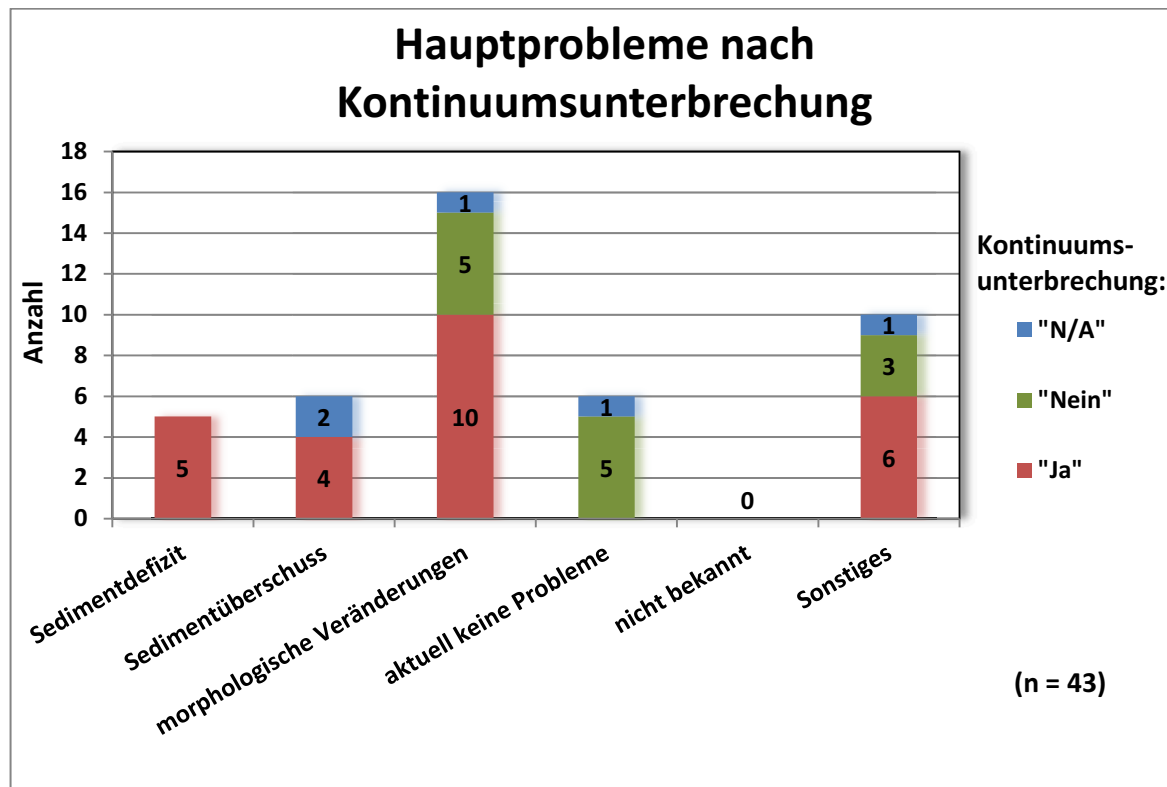


Abbildung 75: Hauptprobleme nach Kontinuumsunterbrechungen durch Staueinfluss. Grundsätzlich zeigt die Auswertung auf, dass es durch das Vorhandensein von Querverbauungen in den Flussabschnitten vermehrt zu Problemen, sowohl in den Bereichen Sedimentüberschuss und -defizit, als auch zu morphologischen Änderungen, als auch zu den unter „Sonstiges“ genannten Problemen kommt.

5.1.5.2 IDEEN FÜR ZUKÜNFTIGE MAßNAHMEN AUS FRAGEBÖGEN

Bestehende Probleme in analysierten Flussabschnitten konnten in den Fragebögen durch Anmerkungen für Ideen für zukünftige Maßnahmen ergänzt werden. In folgender Auflistung sind alle Ideen für zukünftige Maßnahmen aus den Fragebögen angegeben:

- Durchgängigkeit/Weiterleitung von Sedimenten an Wildbachverbauungen,
- Laichplatzbildung im Mündungsbereich,
- Umbau der Geschiebesperren zu Dotationssperren,
- Entwicklung von Maßnahmen zur Verringerung der Unterwassereintiefung (z.B. granulometrische Sohlverbesserung, Geschieberückführung, ...), Vorlandabsenkung zur hydraulischen Entlastung im Hochwasserfall,

- Aufweitungen und Wiederherstellung des Kontinuums mittels Gewässerentwicklungskonzept (GEK),
- Entfernungen von Ufersicherungen und Verbesserung der Ufersituation,
- Schaffung von Aufweitungsbereichen,
- Renaturierungen,
- Anbindung von Seitengewässern, Schaffen von Aubereichen,
- Verbesserung von unzureichender Dotationen bezüglich Restwassermengen - höhere Dotierwasserabgabe

5.1.5.3 *FORSCHUNGSBEDARF / UNGELÖSTE FRAGESTELLUNGEN IM HINBLICK AUF MAßNAHMEN*

In Bezug auf bestehende Probleme und Ideen für zukünftige Maßnahmen wurde in den Fragebögen der bestehende Forschungsbedarf von den Stakeholdern angegeben. Die Anmerkungen sind der nachstehenden Auflistung zu entnehmen:

- Untersuchung der Geschiebedurchgängigkeit bei Kraftwerksketten,
- Analyse des Feinsedimentmanagements bei Kraftwerksketten,
- Geschieberückhalt in alpinen Regionen – Auswirkungen auf Bachläufe und Talflüsse,
- Entwicklung eines Geschiebemanagements; z.B. dosiertes Durchschleusen von Geschiebe durch Geschiebesperren WLW Sperren,
- Betrachtung der Auswirkungen der reduzierten Geschiebemobilisierung aufgrund von Bachverbauungen,
- Ausarbeitung von Maßnahmen zur Reduktion von Kolmation,
- Untersuchung der Möglichkeiten künstlicher Verbesserungen von Sedimenten an ehemaligen Laichplätzen – Auflösung Kolmation,
- Überprüfung der Möglichkeit der Sedimentweiterleitung aus WLW Sperren zur Laichplatzbildung,
- Durchführung von Laichplatzverbesserungen an ursprünglich bekannten Laichhabitaten,
- Untersuchung von Maßnahmen zur Wiederherstellung von Laichgebieten/ -substraten,
- Aufarbeitung der Auswirkung granulometrischer Sohlverbesserung auf Fische (Laichhabitate),
- Überprüfung der Optimierung der Wehrsteuerung um die Ablagerungen in den Retentionsbecken zu verringern, gleichzeitig aber zu verhindern, dass es zu relevanten Sedimentablagerungen in der unterhalb liegenden verbauten Strecke und damit zur Hochwassergefährdung kommt;
- Klärung der Finanzierbarkeit eines flächendeckenden Sedimentmonitoring-Programms,
- Bewusstseinsbildung der Kopplung Feststoffhaushalt – Ökologie,
- Erfassung natürlicher Prozesse/Referenzzustände: Was sind die natürlichen wiederherzustellenden Referenzzustände bei/für Renaturierungen?
- Vergleich Menge der Feststoffeinträge im Vergleich zu „früher“,
- Geschiebehaushalt: Grundlagenforschung über Bilanzierung von Einzugsgebieten,
- Auswirkung von Substratveränderungen z.B. Deckschichtbildung auf Laichplatzverlust vieler indigener Fischarten,
- Identifizierung von Flagship-species und Indikatorarten für Sedimentprobleme,
- Untersuchung von Schotterentnahmen – wie viel Entnahme ist für das Gewässer noch verträglich um in einem guten Gewässerzustand zu bleiben?
- Erörterung der Auswirkung von agrarintensiven Gebieten auf den Feinsedimenteintrag in Gewässer – Maßnahmen zur Minderung von Feinsedimenteinträgen,
- Verminderung von Schlammablagerungen,
- Verbesserung der Nachhaltigkeit von Renaturierungsmaßnahmen,

- Analyse des Einflusses veränderter Hydrologie z.B. Auswirkung von Restwasser (=> Optimierung von Restwassermengen), Auswirkung von Hochwasserrückhaltebecken etc.,
- Entwicklung eines überschaubaren Verfahrens bzw. Werkzeugen mit vertretbarem Aufwand zur Abschätzung, ob im Gewässerabschnitt in der Zukunft ein Risiko der Zielverfehlung besteht,
- Verhinderung der Entkopplung der Auen von Vorflutern – Feinsedimentanlagerungen in Auen bei HQs,
- Analyse der Auswirkungen: Verlust von Retentionsräumen, negative Auswirkungen auf Ökologie,
- Analyse der Bedeutung der Gewässerrandstreifen – Schaffung von ausreichenden Gehölzsäumen:
 - Schutz vor Feststoffaustragungen aus landwirtschaftlichen Fläche;
 - Erarbeitung eines geeigneten Querschnittprofils im Gerinne: Tiefe Abflussrinne in Aufweitungsstrecken um signifikanten Wassertemperaturanstieg in Niedrigwasserperioden zu vermeiden,
- Auswirkungen der Feststoffzusammensetzung (Ausgangsmaterial/Korngrößenverteilung) auf unterschiedliche Tier- und Pflanzenarten

Bei der Analyse der Antworten zu den beiden Themenbereichen „zukünftige Maßnahmen“ und „bestehender Forschungsbedarf“ aus den Ergebnissen der Fragebögen der Ökologie wird deutlich, dass ein besonderes Augenmerk auf die Schaffung eines Feststoffkontinuums in den Fließgewässern gelegt werden muss. Dies beginnt bei der Geschiebeweiterleitung in den Wildbachsperrern und benötigt anschließend ein geeignetes Feststoffmanagement der Energiewirtschaft und des Schutzwasserbaus um dieses Ziel zu erreichen. Ergänzend dazu können Restrukturierungsmaßnahmen und künstliche Sohlverbesserungen bei der Förderung der ökologisch geeigneten Bedingungen eingesetzt werden. Hier ist hervorzuheben, dass die Korngrößenverteilung der Flusssohle entscheidenden Einfluss auf die Reproduktionsraten der meisten indigenen Fischarten nimmt und einen wichtigen Lebensraum für die Vertreter der Invertebraten, dem Makrozoobenthos, darstellt.

Wichtige Bereiche die ebenfalls angesprochen wurden sind die Verhinderung der Entkopplung der Auenbereiche zum Hauptgerinne und die Schaffung von ausreichenden Gehölz-Uferstrandstreifen, um besonders den Feinsedimentaustrag aus landwirtschaftlichen Nutzflächen zu verringern und den Beschattungsgrad zu erhöhen. Des Weiteren wird klar herausgestellt, dass es im Sektor Ökologie zu einer Verständnisbildung der Bedeutung der Feststoffe kommen muss. Eine Bewusstseinsbildung der Kopplung von Feststoffproblemen eines Einzugsgebietes mit ökologischen Problemen in selbigem ist unbedingt erforderlich. Da die Notwendigkeit eines Feststoffkontinuums besteht um den nach WRRL geforderten guten ökologischen Zustand zu erreichen, muss es im Sektor der Ökologie zu einer Ausarbeitung des Zusammenhanges zwischen Feststoff und Ökologie kommen.

5.1.6 LANDWIRTSCHAFT

Elf ausgefüllte Kurzfragebögen wurden im Sektor Landwirtschaft an das Projektteam übermittelt. In acht von elf Fragebögen wurden Probleme mit Erosion, und in sieben von elf, Probleme mit Sedimentablagerungen beschrieben.

Als Hauptprobleme im Zusammenhang mit Ufererosion durch Wasser wurden die Flächenverluste durch die Erosion bzw. Verwerfungen des Bachbettes genannt. In den Fragebögen wurde in diesem Bereich auch das Problem der flächigen Erosion mit den Folgen des Ertragsverlustes angeführt. Auch die Beeinträchtigung der Gewässergüte durch eingetragene Sedimente wurde behandelt. Bei der Ablagerung von Sedimenten auf landwirtschaftlichen Flächen wurden die Probleme eher bei grobem als bei feinem Material gesehen, welches Instandsetzungsmaßnahmen wie die Räumung nach sich ziehen kann. In Abhängigkeit der Verlandungshöhe und –mengen können Ablagerungen von feinem Material, durch die Aufwertung des Bodens (z.B. Nährstoffeintrag, Texturverbesserung,...), auch als positiv wahrgenommen werden. Auf Ertragsverluste und Futterverschmutzung, als Auswirkungen von Anlandungen, wurden ebenfalls hingewiesen.

5.1.6.1 *HANDLUNGSBEDARF LANDWIRTSCHAFT*

Der Handlungsbedarf der sich aus den Fragebögen ergibt ist im Folgenden dargestellt:

- Weiterentwicklung und Optimierung von Erosionsschutzmaßnahmen, Auswirkung von Bewirtschaftungsänderungen auf den Abtrag usw.
- Abklärung der Mindestbreite von Uferand- bzw. Pufferstreifen
- Erfassung und Untersuchung der Auswirkung von Retentionsräumen auf die landwirtschaftliche Produktionseignung
- Verwertung bzw. Verbringung von Anlandungsmaterial
- Entwicklung von nachhaltiger Forstwirtschaft in Verbindung mit der Schaffung ausreichender Rückhalteräume
- Untersuchung des Anteils des Bodenabtrages an Stauraumsedimenten; aber auch woher stammen die Sedimente die auf landwirtschaftlichen Flächen nach Hochwasser abgelagert wurden – Anteil am Schadensfall
- Ausbau des Schwebstoffmonitorings an Seitenbächen

5.1.7 VERÄNDERUNGEN IM FESTSTOFFHAUSHALT UND MÖGLICHE URSACHEN

In fast allen Sektoren wurden neben den Problemen und Auswirkungen auch subjektive Einschätzungen der Änderungen im Sedimenthaushalt abgefragt. Die Ergebnisse sind in *Abbildung 76* dargestellt. Im Flussbau wurde in 42 Fragebögen, in der WLW in 25, in der Ökologie 15 und von der Wasserstraße Donau ein Fragebogen zu Änderungen im Sedimenttransport angeführt. Im Sektor Flussbau wird aufgrund der Daten eindeutig eine Zunahme des Schwebstofftransportes und eher eine Abnahme des Geschiebetransportes angenommen. Ähnlich verhält es sich in der Ökologie wo ebenfalls die Anzahl der Fragebögen mit Abnahme des Geschiebetransportes überwiegt. Anders sieht es in der Wildbach- und Lawinenverbauung aus. Hier überwiegen die Einzugsgebiete mit Zunahmen des Geschiebetransportes, in vielen Gebieten kommt es aber auch zu Abnahmen. Dies ist durch die Nähe zu den Geschiebeherden zu erklären.

Als Hauptursachen für die Zunahme des Schwebstofftransportes wurden Landnutzungsänderungen und die Erhöhung erosiver Niederschläge genannt (*Abbildung 77*), für die Abnahme wurden Quer- und Längsbauwerke (*Abbildung 78*) sowie Siedlungstätigkeit verantwortlich gemacht. Bei der Zunahme des Geschiebetransportes wurden die erosiven Niederschläge und der Einfluss von Naturkatastrophen (v.a. im Sektor WLW) angeführt. Gerinneeinengung, Gefällserhöhung, Laufbegradigung und Landnutzungsänderungen sollen laut Fragebögen ebenfalls zur Erhöhung des Geschiebetransportes beitragen (*Abbildung 79*). Als Ursachen für die Abnahme wurden vorrangig Quer- und Längsbauwerke gefolgt von Materialentnahmen, Veränderungen der Gerinnebreite und des Gefälles sowie Landnutzungsänderungen (v.a. in den Fragebögen der WLW) identifiziert (*Abbildung 80*).

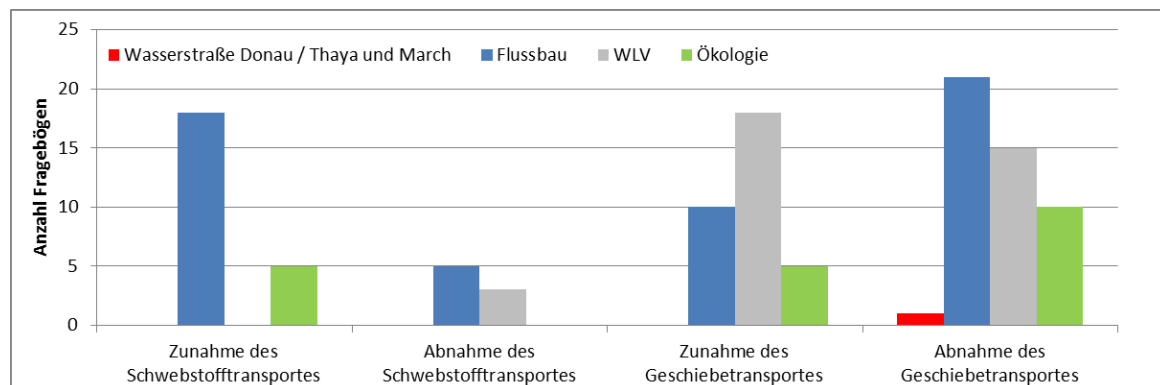


Abbildung 76: Subjektive Einschätzung der Veränderungen des Sedimenthaushaltes, Mehrfachnennungen waren möglich.

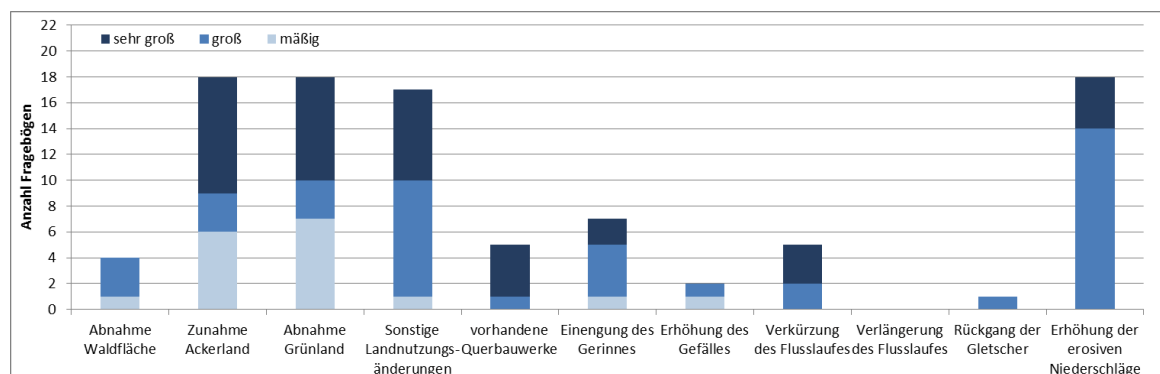


Abbildung 77: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Zunahme des Schwebstofftransportes (Mehrfachnennungen waren möglich).

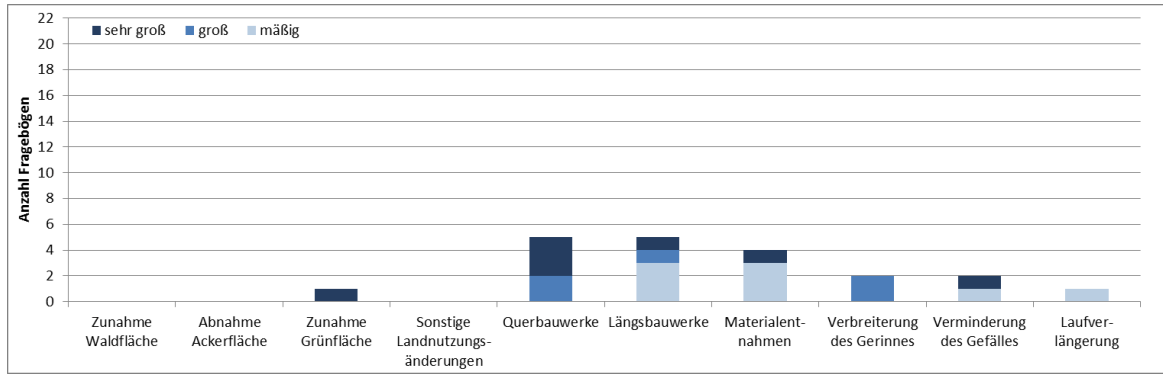


Abbildung 78: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Abnahme des Schwebstofftransportes (Mehrfachnennungen waren möglich).

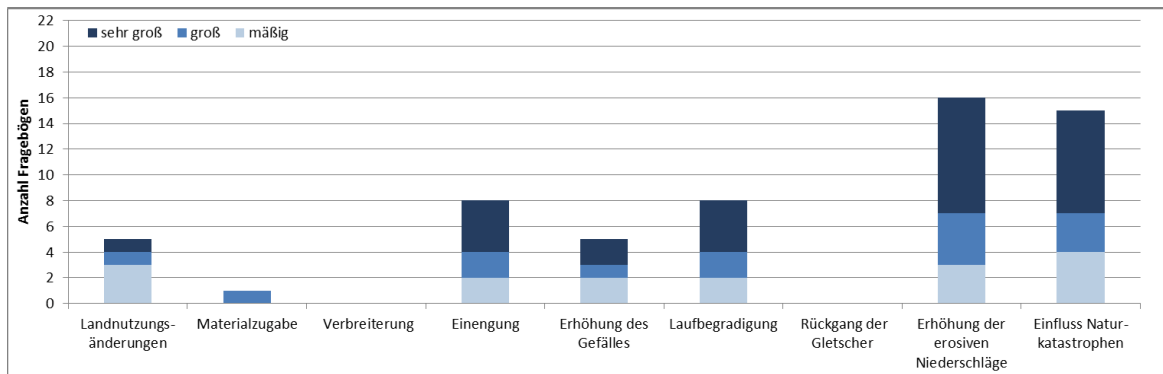


Abbildung 79: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Zunahme des Geschiebetransportes (waren möglich).

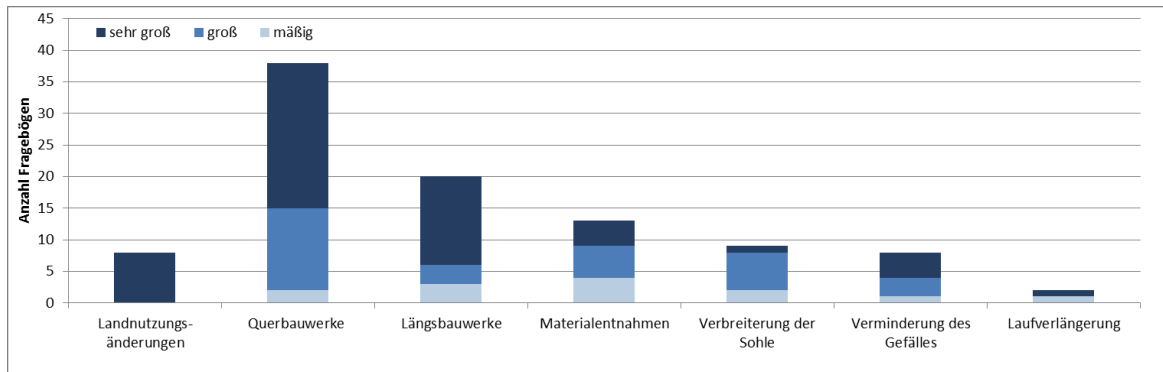


Abbildung 80: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Abnahme des Geschiebetransportes (waren möglich).

5.2 SEKTORALE QUERVERLINKUNG

Neben den Problemen wurde für jeden Sektor auch der Handlungsbedarf, der den Forschungs- und Managementbedarf sowie rechtliche Belange enthält, erhoben. Im Rahmen der sektoralen Besprechungen wurden, nach Auswertung der Fragebögen, in jedem Sektor Bewertungen des Handlungsbedarfes der anderen Sektoren durchgeführt, um Konfliktpunkte aber auch Übereinstimmungen oder Synergien durch intersektorale Zusammenarbeit zu ermitteln.

In *Abbildung 81* sind die gegenseitigen Bewertungen farblich dargestellt. In 88% der Beurteilungen ist eine Übereinstimmung bzw. ein Synergieeffekt oder keine Überlappung des Handlungsbedarfes bzw. Neutralität vorhanden, und in nur 2% der Beurteilungen wurden Konfliktpunkte geortet. Diese beziehen sich aber meist auf bestimmte detaillierte Formulierungen des Handlungsbedarfes. In den restlichen 10% wurden keine Beurteilungen abgegeben. Einige ausgewählte Beispiele werden im Folgenden dargestellt. Die Ergebnisse der Landwirtschaft wurden, aufgrund nicht ausreichender Daten, nicht in diese Auswertung miteinbezogen.

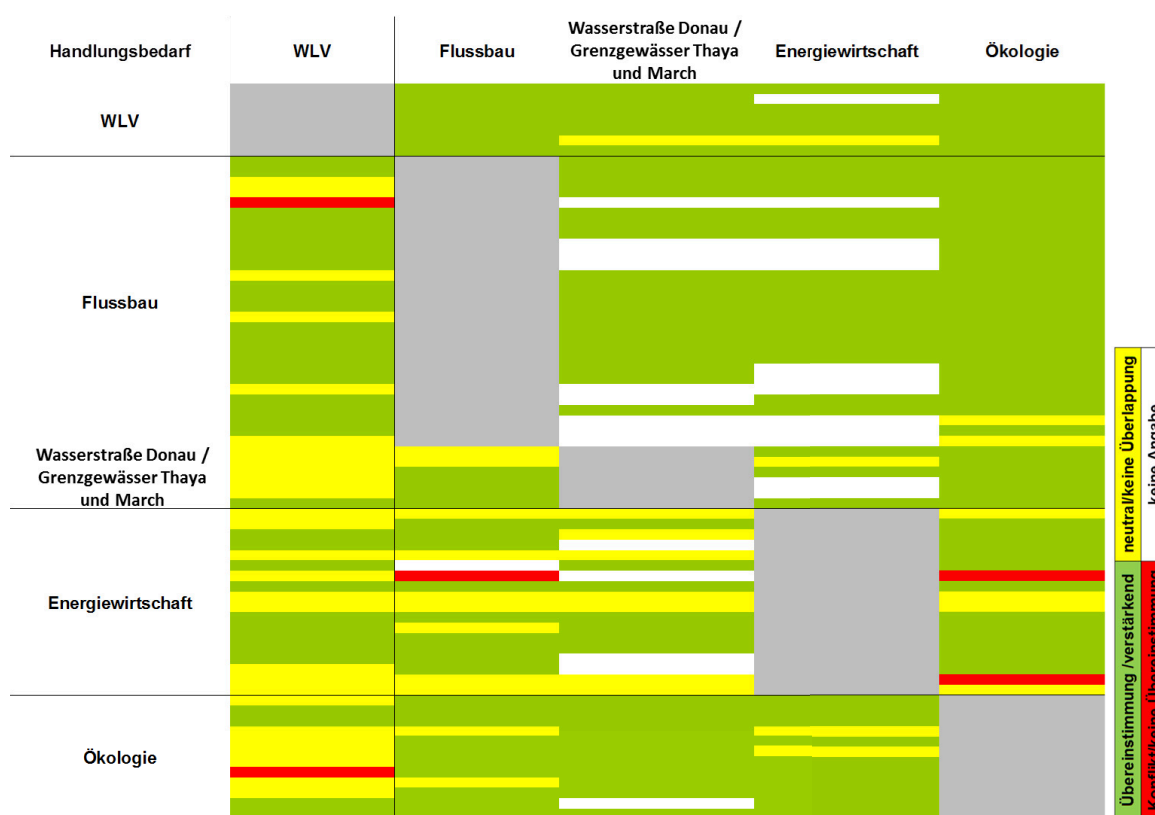


Abbildung 81: Übersicht zur sektoralen Querverlinkung. Grün: Übereinstimmung, Gelb: neutral/keine Überlappung der Handlungsbereiche und Rot: Konflikte bzw. keine Übereinstimmung.

5.2.1 ENTWICKLUNG EINES EINZUGSGEBIETSBEZOGENEN FESTSTOFFMANAGEMENTKONZEPTS

Im Sektor Flussbau wurde die „Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes“ gefordert. Von allen anderen Sektoren wurde dem grundsätzlich zugestimmt. Die Vertreter der Wasserstraße haben zusätzlich für die Donau die Wichtigkeit der Sedimentbilanzierung der Zubringer, sowie die Notwendigkeit der Untersuchung des Feststofftransportes sowie dessen Korngrößenverteilung bei Hochwasser angemerkt. Vom Sektor WLW folgte der grundsätzlichen Zustimmung eine Einschränkung, und zwar ist beim einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzept eine Prioritätensetzung der Ziele

(prioritär ist der Schutz des Lebensraumes/Menschen) wichtig, bzw. müssen bestimmte „Spielregeln“ definiert werden.

5.2.2 ERMITTLUNG VON GESCHIEBEPOTENTIALEN IN ABHÄNGIGKEIT DER GEOLOGIE, DER LANDNUTZUNG, USW.

Diese Forderung stammt ebenfalls aus dem Sektor Flussbau. Ähnlich dem vorigen Beispiel wurde hier von allen anderen Sektoren zugestimmt. Vom Sektor Energiewirtschaft wurde neben der Ermittlung von Massen auch die Untersuchung der Vergangenheit (z.B. wie war es ohne Speicher) bzw. die Ermittlung zukünftiger Eintragsmengen und –potentiale gefordert.

5.2.3 REMOBILISIERUNG, SPEZIELL NACH LÄNGEREN KONSOLIDIERUNGSPHASEN UND BEI KOHÄSIVEN SEDIMENTEN (A), BEIGABE DES SEDIMENTES IN TRIEBWASSER FÜR NACHHALTIGE FESTSTOFFBEWIRTSCHAFTUNG (B)

Beide Vorschläge für den Handlungsbedarf stammen aus dem Sektor Energiewirtschaft. Generell herrscht auch hier Übereinstimmung, wobei die WLV Punkt a) als neutral/kein Überlappungsbereich einstuft, und dem Punkt b) ohne Einschränkungen zustimmt. Der Flussbau stimmt beiden Punkte generell zu, bei a) ist jedoch der Zeithorizont der Remobilisierung zu beachten, und bei b) ist im Einzelfall die Auswirkung auf die Hochwassersicherheit zu prüfen. Die Wasserstraße Donau / Grenzgewässer Thaya und March stimmt Punkt a) zu, sieht mit Punkt b) keine Berührungspunkte und beurteilt diesen deshalb als neutral. Die Ökologie stimmt beiden Punkten zu, aber nur wenn diese ökologisch verträglich sind.

5.2.4 VERMINDERUNG DER ENTSORGUNG/DEPONIERUNG VON RÄUMGUT, ZU GUNSTEN VON VERWERTUNG/WIEDEREINBRINGUNG

Diese Forderung entstammt dem Sektor Flussbau, wurde aber auch in fast allen Sektoren angesprochen und von allen befürwortet. Von der Wasserstraße Donau / Grenzgewässer Thaya und March wurde die Wichtigkeit des Weitertransportes angesprochen und grundsätzlich auf die Vermeidung von Schwimmstoffen hingewiesen. In der Energiewirtschaft wurde die Unterteilung in organische und anorganische Stoffe diskutiert und die Ökologie weist darauf hin, dass flusstypspezifische Lösungen notwendig sind.

5.2.5 LAICHGEBIETE/-SUBSTRATE

Dieses Beispiel fasst vier Forderungen aus dem Sektor Ökologie zusammen. Neben a) Maßnahmen zur Wiederherstellung von Laichgebieten/-substraten, b) der Laichplatzverbesserung/-wiederherstellung in bekannten Laichgebieten, und c) der Untersuchung des Einflusses von granulometrischen Sohlverbesserungen auf Fische/Laichhabitate, wird in d) die Sedimentweiterleitung aus Wildbachsperrern zur Laichplatzbildung gefordert. Bei der Beurteilung durch die anderen Sektoren zeigte sich, dass bei diesen Forderungen der Wortlaut von Bedeutung ist. So steht die WLV generell neutral gegenüber den Verbesserungen und Untersuchungen der Laichgebiete (a-c), sie sieht jedoch Konfliktpunkte mit der Forderung der Weiterleitung von Sedimenten aus Wildbachsperrern zu Zwecken der Laichplatzverbesserung. Hier können zwar durch eine Weiterleitung die Laichplätze günstig beeinflusst werden, aber die Öffnung von Sperrern ist nicht zu diesem Zweck angedacht.

Der Flussbau stimmt den Punkten a), b) und d) zu, merkt aber an, dass auf die Hochwasserverträglichkeit zu achten ist. Dem Punkt c), der Untersuchung des Einflusses von Sohlverbesserungen auf Fische, steht er neutral gegenüber. Die Wasserstraße Donau / Grenzgewässer Thaya und March und die Energiewirtschaft stimmen allen Punkten zu. Generell sollen lt. Energiewirtschaft bei der Behandlung dieser Punkte auch die Wechselwirkungen mit Schwall und Renaturierungen mitberücksichtigt werden.

5.2.6 OPTIMIERUNG VON SPERRENBAUWERKEN (A) UND GESCHIEBEWEITERGABE AN VORFLUTER (B)

Beide Punkte stammen aus dem Handlungsbedarf der WLIV und wurden wieder generell von allen unterstützt. Nur bei Punkt b) merkt der Flussbau an, dass diese hochwasserverträglich sein muss, und die Energiewirtschaft macht darauf aufmerksam, dass die Charakteristik und die vorhandenen Beeinflussungen des darunterliegenden Abschnittes zu beachten sind.

5.3 ZUSAMMENFÜHRUNG UND VERGLEICH DES HANDLUNGSBEDARFS DER ZWEI SÄULEN – BEFRAGUNG DER STAKEHOLDER UND LITERATUR BZW. EXPERTINNENABSCHÄTZUNG

Bei der Zusammenführung des Handlungsbedarfes aus den zwei Säulen wurde eine 100% Übereinstimmung erzielt. Aus der Sicht der ExpertInnen und basierend auf der Literaturrecherche wurde auch noch weiterer Handlungsbedarf (13 Forschungsthemen) eingebracht.

Eine Auflistung aller Forderungen ist dem Anhang zu entnehmen.

5.4 INTEGRATIVER HANDLUNGSBEDARF

Der integrative Handlungsbedarf wurde basierend auf der Zusammenführung erstellt, und ist in *Tabelle 9 bis* Tabelle 11 für die Bereiche Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange dargestellt.

Tabelle 9: Auflistung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Forschungsbedarf.

FORSCHUNGSBEDARF	
Feststoffmanagementkonzept	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten (Geologie, Klima,...), der vorhandenen anthropogenen Einwirkungen (z.B. Sperren, Verbauungen, Wasserkraftwerke, Landnutzung im Gewässerumland,...) und der Klimaänderung
Feststoffhaushalt und Sedimentkontinuum	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung von Feststoffquellen und -transport, Untersuchung von Eintragswegen und Massen, Ermittlung von Potentialen,... in Abhängigkeit von Geologie, Landnutzung, usw. Entwicklung von Methoden um den Feststoffhaushalt und -transport abzuschätzen und damit die Dimensionierung von Maßnahmen zu erleichtern
Grundlegende Prozesse im Sedimenttransport	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung von Bewegungsbeginn, Transportprozess, Sortierung, Abrieb,... durch z.B. Naturmessungen und numerische und physikalische Modelle Erfassung der Auswirkungen von hydrologischen Änderungen (z.B. Restwasser, ...) und Klimaänderungen auf den Feststoffhaushalt und den Sedimenttransport
Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> Weiterentwicklung von Messverfahren für Schwebstoffe und Geschiebe v.a. für Feststofftransportmessungen während großer Hochwässer
Modellierung	<ul style="list-style-type: none"> Durchführung großmaßstäblicher physikalischer Modellversuche und Naturmessungen zur Schaffung der mathematischen Grundlagen für die numerische Modellierung Verbesserung von Formelansätzen zur Berechnung des Sedimenttransportes und damit einhergehend die Verbesserung von Sedimenttransportmodellen in Hinblick auf verschiedene Anwendungsgebiete
Interaktion zw. Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Morphologie	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung der Interaktion zwischen Feststoffhaushalt/-transport ↔ Morphologie ↔ Hochwasser
Interaktion zw. Feststoffhaushalt, Sedimenttransport, Morphologie und Ökologie	<ul style="list-style-type: none"> Erfassung des Zusammenhanges Feststoffhaushalt-Sedimenttransport-Flussmorphologie mit biotischen Qualitätselementen z.B. Makrozoobenthos, Fische, Vegetation Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher Stauraummanagementkonzepte wie Stauraumspülungen (z.B. Spülintervall, -dauer) auf die Ökologie, sowie die Optimierung von Stauraumspülungen in Hinblick auf die ökologische Verträglichkeit
Wechselwirkungen zw. Feststoffhaushalt, Sediment-transport, Morphologie und baulichen Maßnahmen sowie Betrieb	<ul style="list-style-type: none"> Untersuchung der Auswirkungen von verschiedenen Bauwerken auf das Feststoffkontinuum (Quer- und Längskontinuum sowie den vertikalen Austausch) und deren Optimierung Untersuchung der Auswirkungen von Kraftwerken und deren Betriebsweise auf das Sedimentregime und -kontinuum (z.B. Stauraumgeometrie, Wehrkonfiguration, Wehrbetriebsordnung), Optimierung aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht
Optimierung von Baumaßnahmen und Bauwerken	<ul style="list-style-type: none"> Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums und Optimierung der Betriebsweisen Untersuchung und Entwicklung von Konzepten zur Optimierung des Feststoffmanagements – Entnahmen/Zugaben, ... Evaluierung und Entwicklung von Bauwerkstypen die den Weiter-/Durchtransport von Feststoffen erlauben und damit zu einem verbesserten Feststoffhaushalt führen Untersuchung der Wechselwirkung zwischen flussbaulichen Maßnahmen und den Fahrrinnenparametern und Optimierung und Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Fahrrinnenparameter Untersuchung und Entwicklung von Konzepten zur Nutzung von Ablagerungsmaterial aus Geschiebesperren, Retentionsräumen,... z.B. die Wiedereinbringung in das Gerinne aber auch die Entwicklung von Maßnahmen zur gezielten Ablagerung von Feststoffen Entwicklung und Optimierung von Maßnahmen zur Stabilisierung der Sohle, zur Vermeidung von Sohleintiefung bzw. Sohlurchschlag, zur Unterbindung von zu hohen Anlandungen in Hinblick auf Hochwasserrisiko, ... Analyse der Wirkung von Aufweitungen hinsichtlich Sohlstabilisierung, Dimensionierungsgrundlagen, ökologischer Bedeutung und Hochwasserwirkung Optimierung von Rampen, Bühnen und Nebenarmanbindungen hinsichtlich deren positiver Wirkung auf das Feststoffkontinuum, die Sohleintiefung und ökologische Ansprüche Untersuchung von Maßnahmen zum optimalen Weiter-/Abtransport von aus Wildbacheinstößen stammendem Material bzw. wie Material aus Wildbachsperren wieder schadlos in den Vorfluter eingebracht werden können (z.B. wie viel Material verträgt der Vorfluter) Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen und deren Dimensionierungsgrundlagen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung/Wiederherstellung von Laichgebieten/-substraten

Tabelle 10: Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Managementbedarf.

MANAGEMENTBEDARF

- Mitbehandlung von Feststoffen (z.B. Sohlagenänderung, Feststofftransport,...) bei Hochwasserrisikoabschätzungen und bei der Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten (Geplante Behandlung der Fragen des Feststoffhaushaltes in RIWA-T 2015)
- Intensivierung von Modellversuchen und numerischen Modellierungen vor Maßnahmenbau
- Erstellung von Feststoffmanagementkonzepten für Flusseinzugsgebiete (Grundlage für Fachplanung in den Sektoren)
- Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen z.B. Renaturierungen, Wehrbetriebsordnungen,...
- Optimierung des Instandhaltungsaufwandes (finanziell und zeitlich)- z.B. Änderung von Räumkonzepten, Adaption von Pflegemaßnahmen, Berücksichtigung der Sedimentation in Gewässerpflegekonzerten, Betriebsvorschriften für Hochwasserrückhaltebecken, usw.
- Optimierung der Wildholzbewirtschaftung und Evaluierung verschiedener Wildholzmanagementmaßnahmen
- Überprüfung des baulichen Zustands von Schutzbauten – Veränderungen im Feststoffhaushalt sind als eine von vielen möglichen Ursachen für ein Bauwerksversagen jedenfalls zu beachten
- Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung von durchgeführten Messungen (Profilaufnahmen, Feststoffmessungen, Hoch- und Niederwasserspiegelaufnahmen,...); z.B. eventuelle Erweiterung bestehender Profildatenbanken
- Auf- und Ausbau des Messnetzes (Hydrologie, Feststoffe, Querprofile,...)
- Etablierung eines Messprogrammes nach Hochwasserereignissen – Laserscanbefliegungen, Luftbildaufnahmen,...
- Bewusstseinsbildung der Koppelung Feststoffe – Ökologie

Tabelle 11: Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil rechtliche Belange.

RECHTLICHE BELANGE

- Änderungen im Abfallwirtschaftsgesetz zur Ermöglichung der Wiedereinbringung von Räumgut (z.B. aus Wildbachsperrern) in den Vorfluter
- Generelle Klärung folgender Fragen:
 - Ob und wann muss ein Ausleitungsberechtigter einen Beitrag zur Geschiebebewirtschaftung (Räumung,...) in der Ausleitungsstrecke leisten?
 - Ab wann ist die Verpflichtung zur Räumung gegeben?
 - Welche Möglichkeiten der Grundbereitstellung bzw. des Grunderwerbs für morphologische Maßnahmen gibt es, bzw. kann im Rahmen des Gewässerschutzes in die privaten Verhältnisse/Rechte Dritter eingegriffen werden?
 -
- Rechtliche Klärung der Nutzung von Überströmstrecken

5.5 AKKORDIERTES UMSETZUNGSPROGRAMM UND SYNERGIEN

In *Abbildung 82* ist das im Abschlussworkshop des Projektes SED_AT am 8. April 2014 präsentierte, diskutierte und akkordierte Forschungsprogramm dargestellt. Es teilt sich in zwei Bereiche, die Grundlagen- bzw. Prozessforschung und den Forschungsbedarf in Hinblick auf Maßnahmen, Messungen und Monitoring der drei räumlichen Ebenen (Einzugsgebietsebene, Streckenebene und Lokale Ebene) zugeordnet ist.

Im Bereich der Prozessforschung sind alle Sektoren gefordert, das Grundwissen, v.a. die Interaktionen zwischen Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie sowie Ökologie zu verbessern. Der Forschungsbedarf der drei räumlichen Ebenen kann meist einem verantwortlichen Sektor zugeordnet werden, wobei die Auswirkungen auf und die damit notwendige Zusammenarbeit mit anderen Sektoren wichtig ist. Die für die einzelnen Sektoren zuständigen Organisationen, welche für die Umsetzung der einzelnen Punkte hauptverantwortlich vorgesehen sind, werden in *Abbildung 82* angeführt.



Abbildung 82: Akkordierter Handlungsbedarf betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie eingeteilt in drei räumliche Skalen und den Block Prozessforschung, welcher skalenübergreifend ist. Die Zahlen in Klammer weisen auf die für die Umsetzung hauptverantwortlichen Sektoren hin: 1...BMLFUW (Abt. IV/3, Nationale und internationale Wasserwirtschaft), 2...Wildbach- und Lawinenverbauung, 3...Bundeswasserbauverwaltung, 4...Wasserstraßenverwaltung, 5...Energieversorgungsunternehmen, 6... für die Ökologie und den Naturschutz zuständige Dienststellen, 7...Landwirtschaft und 8... Forstwirtschaft. Weiters sind in den meisten Bereichen die Wasserwirtschaftlichen Planungsorgane miteinzubeziehen.

Für die weitere Vorgehensweise bzw. die Umsetzung des Handlungsbedarfes ist folgendes vorstellbar:

- Unmittelbare Erarbeitung und Umsetzung des **Management- und Rechtsbedarfes** im Rahmen von Verordnungen, Technischen Richtlinien, Leitfäden und konkreten Projekten.
- Der **Forschungsbedarf** sollte im Rahmen der Phase II des Projektes SED_AT umgesetzt werden. Die **Durchführung / Finanzierung** könnte auf folgenden Förderinstrumenten basieren:

- Forschungsförderungstöpfe in den Sektoren
- UFG, Katastrophenfonds,...
- Nationale Forschungsförderungsprogramme (z.B. FWF, FFG, Doppler Gesellschaft,...)
- Europäische Förderprogramme (z.B. Horizon2020, Alpine Space, INTERREG, LIFE,...)
- Einrichtung einer fächer-/sektorenübergreifenden „**Feststoffsteuerungsgruppe**“, welche von der Abteilung Nationale und internationale Wasserwirtschaft koordiniert werden soll, sich 1-2 mal pro Jahr trifft, und die aktuellen Aufgaben im Themenbereich diskutiert bzw. die Umsetzung von SED_AT II koordiniert/steuert.
- Die Umsetzung des Forschungsbedarfes und dessen Ergebnisse bilden die Basis für die Risikoabschätzung des möglichen Verfehlers des guten ökologischen Zustandes und Potenzials und für Maßnahmenüberlegungen im dritten Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2021.
- Bei der Umsetzung kann nach dem River Scaling Concept (Habersack, 2000) vorgegangen werden. Die Prozessforschung sollte zuerst von der Einzugsgebietsebene, über die Streckenebene auf die lokale Ebene erfolgen (Abbildung 83), d.h. die Erfassung und Untersuchung der Prozesse entsprechend der hierarchischen Abhängigkeit der kleinen Skalen von den Größeren. Im zweiten Schritt sollte bei der Maßnahmenentwicklung auf lokaler Ebene begonnen und dann die Umsetzung und Wirkung auf höhere Skalenebenen untersucht werden. Dafür sollte im Rahmen der Entwicklung des Feststoffmanagementkonzeptes ein eigenes Tool z.B. auf Basis von Entscheidungsbäumen erarbeitet werden. Bei der praktischen Umsetzung des Feststoffmanagementkonzeptes ergibt sich eine Prioritätensetzung so dass zuerst die Prozesse und deren hierarchische Abhängigkeiten im Rahmen des downscalings vom Einzugsgebiet zur lokalen Ebene vorgenommen werden muss. Anschließend können auf Basis des dann vorhandenen Prozessverständnisses Maßnahmen beginnend von der lokalen Ebene bis zum Einzugsgebiet umgesetzt werden (upscaling).

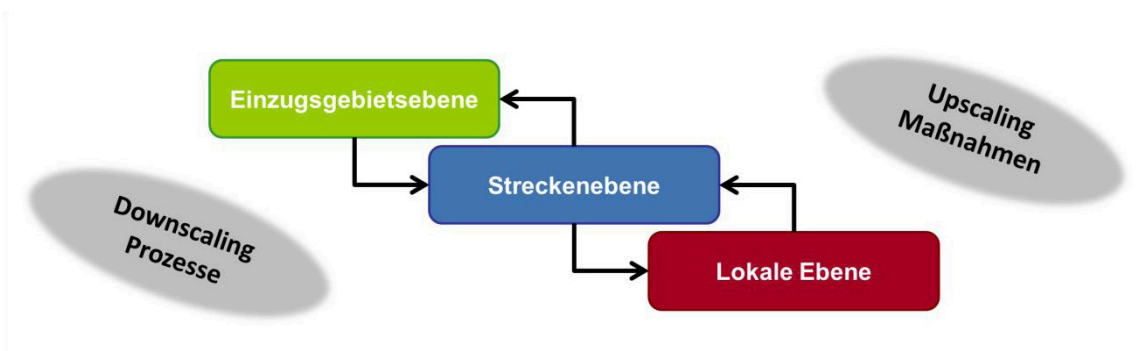


Abbildung 83: Vorgehensweise bei der Bearbeitung des Akkordierten Umsetzungsprogramms.

5.5.1 SYNERGIEN

Durch die gemeinsame, sektorenübergreifende Herangehensweise an die Probleme im Bereich des Feststoffhaushaltes, Sedimenttransportes und der Flussmorphologie können verschiedene Synergien erzielt werden. Wie die Auswertung der sektoralen Querverlinkung darstellt, konnte durch dieses Projekt bereits das gemeinsame Prozessverständnis bzw. das Bewusstsein über die wechselseitigen Abhängigkeiten erreicht werden. Die Querverlinkungsmatrix (Abbildung 81) zeigt das generelle Potential der Synergieeffekte auf.

Auf Einzugsgebietsebene ermöglicht die sektorenübergreifende Betrachtung im Rahmen des einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes ein Gesamtverständnis der Prozesse und deren Zusammenhänge zu erzielen. Damit können die einerseits wesentlichen Einflussgrößen und Örtlichkeiten sowie deren Auswirkungen eruiert werden und in weiterer Folge jene Maßnahmen entwickelt werden, die bei möglichst geringen Kosten einen möglichst hohen Nutzen zur Verbesserung des Feststoffhaushaltes, Sedimenttransportes und der Flussmorphologie erzielen.

Unter anderen kann es dadurch zu folgenden finanziellen Vorteilen kommen:

- Für die einzelnen Sektoren reduzierte Forschungs- und Entwicklungskosten
- Verringerung der Instandhaltungskosten durch nachhaltigere Lösungen aufgrund gemeinsamer Umsetzung
- Verminderung von Räumungs- und Deponiekosten durch die (tlw.) Beibehaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums und gleichzeitig die Verringerung von Problemen im Bereich des Sedimentdefizits
- ...

Auf Streckenebene liegen die Synergieeffekte besonders in einer sektorenübergreifenden Abstimmung der feststoffrelevanten Maßnahmen und deren Managements. Dies ergibt einen nachhaltigeren und kostengünstigeren Betrieb, große (Hochwasser-) Sicherheit, bessere ökologische Wirkung und verbesserte Instandhaltung. Die Gesamtwirkung des Systems wird in Bezug auf das Feststoffthema erhöht (z.B. Flussstreckenmanagement).

Auf Lokaler Ebene wird durch die Zusammenarbeit der Sektoren sichergestellt, dass Forschungs- und Planungsaufgaben effizienter umgesetzt werden können. So können beispielsweise die Forschungsergebnisse eines Sektors von anderen Sektoren genutzt und/oder darauf aufgebaut werden.

Weitere Synergien sind im Bereich der Zuständigkeitsübergänge (inter- oder intra-sektoral)/Kompetenzgrenzen zu erwarten. Durch die gemeinsame Bearbeitung der Feststoffthemen wird das wechselseitige Problemverständnis gefördert und es können optimale Lösungen (technisch ökonomisch und ökologisch) gefunden werden. Damit soll über die Kompetenz- und Zuständigkeitsgrenzen hinweg ein sektorenübergreifendes Feststoffmanagement (insbesondere Wechselwirkung Überschuss – Defizit) ermöglicht werden.

Generell ergeben sich auch im Bereich der Prozessforschung Synergien. Durch die Zusammenarbeit wird eine effizientere Nutzung der Forschungsergebnisse aus den jeweiligen Sektoren für die anderen und damit eine verbesserte Grundlage für neue Maßnahmenplanung und -umsetzung gewährleistet. Eine der Hauptaufgaben der Feststoffsteuerungsgruppe wäre es, die Synergiepotentiale in allen Maßstabsebenen der Prozess- und Maßnahmenforschung möglichst auszuschöpfen.

6 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK

Durch das Projekt SED_AT konnte in Zusammenarbeit mit den betroffenen Stakeholdern aus den Sektoren Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Wasserstraßen Donau/ Grenzwässer Thaya und March, Energiewirtschaft, Ökologie und Landwirtschaft erstmals in einem Bottom-Up Prozess, eine österreichweite Darstellung der Probleme abgeleitet und daraus der Handlungsbedarf in Hinblick auf Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie erarbeitet werden. Im Rahmen dieser Erhebung wurden in allen Sektoren Probleme mit dem Feststoffhaushalt bzw. dem Sedimenttransport festgestellt.

In den Auswertungen hat sich gezeigt, dass in den Sektoren Energiewirtschaft bzw. den gestauten Strecken und der WLW eher Probleme mit dem Sedimentüberschuss und im Flussbau bzw. den freien Fließstrecken eher Probleme mit Sedimentdefizit auftreten. Im Bereich der Ökologie sind meist strukturelle Mängel zu finden, die in vielen Fällen mit der Beeinflussung des Sedimentkontinuums bzw. der veränderten Flussmorphologie in Zusammenhang stehen. Durch die Wiederherstellung bzw. die Verbesserung des Sedimentkontinuums, v.a. der Förderung des natürlichen Durch-/Weitertransportes von Feststoffen an Bauwerken, könnte in vielen Fällen eine Verminderung der Probleme bewirkt werden.

Im Bereich des in den freien Fließstrecken der Flüsse vorherrschenden Sedimentdefizites sind es vor allem die Sohlintiefung und die Unterspülung von Bauwerken, die in den Vordergrund treten. Die Auswirkungen von Sedimentdefizit sind im Gegensatz zum Überschuss oft nicht sofort erkennbar und nur durch lange Messreihen oder bei massiven Veränderungen, wie z.B. Sohldurchschlag oder Verwerfungen, festzustellen.

Ein großes Problem, das im Zusammenhang mit dem Feststoffüberschuss auftritt, ist die Weiterbehandlung (Wiederverwertung/-einbringung bzw. Entsorgung/Deponierung) von Räumgut, welches bei der Instandhaltung von z.B. Sperren und Speichern anfällt. Durch das Abfallwirtschaftsgesetz wird die Möglichkeit der Einbringung flussab sehr stark begrenzt, was das derzeit herrschende Defizit in den freien Fließstrecken noch zusätzlich verstärkt.

Der Handlungsbedarf der einzelnen Sektoren zeigt einen hohen Grad an Übereinstimmung bzw. keine Überlappung/Neutralität (rund 88%). Widerspruch besteht nur in einigen wenigen Fällen (~2%). Generell zeigt sich, dass eine Zusammenarbeit der Sektoren zur Lösung von Feststoffproblemen erforderlich ist, wodurch Synergieeffekte in den einzelnen Bereichen erwartet werden. Als Beispiel sei hier die Entwicklung eines Einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes (betreffend Erosion, Transport, Deposition, Remobilisierung usw.) genannt. Im Rahmen eines solchen Konzeptes soll der Durchtransport (Kontinuum) oder die Wiedereinbringung von Material bei Wildbachsperren bzw. Speichern/Stauräumen und anderen Querbauwerken, unter der Einhaltung ökologischer und flussbaulicher Rahmenbedingungen, in den Vorfluter ermöglicht werden, und damit gleichzeitig das Überschussproblem in den Rückhalteräumen verringert bzw. das Defizit in den freien Fließstrecken minimiert werden.

Oft angeführt wurde auch die Notwendigkeit der Grundlagenforschung zu Feststoffquellen, -potentialen und Eintragungswegen sowie Sedimenttransport, die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Feststoffhaushalt/Morphologie und Biotik und Bauwerken, und die Erforschung der Auswirkungen von hydrologischen Änderungen bzw. des Klimawandels auf den Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und die Morphologie. Einen weiteren wichtigen Punkt stellt der Forschungsbedarf in Hinblick auf die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen, wie z.B. die Erhaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums, die Evaluierung und Entwicklung von Bauwerkstypen, die den Weiter-/Durchtransport von Feststoffen ermöglichen, oder die Optimierung und Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Stabilisierung der Sohle dar. Dabei besitzen physikalische Modellversuche großen Maßstabs eine wichtige Rolle, auch in der

Prozessforschung. In den meisten Sektoren wurden auch die Ausweitung bzw. der Aufbau eines Querprofilmessnetzes und die Weiterentwicklung von Messsystemen zur Erfassung des Feststofftransportes gefordert. Zeitlich und räumlich regelmäßige Querprofilmessungen sind die Grundvoraussetzung für eine rechtzeitige Erfassung von Problemen im Zusammenhang mit dem Sedimenthaushalt, und Messungen des Feststofftransportes sind für die Kalibrierung von numerischen Modellen und die Planung von Maßnahmen notwendig.

Im Bereich des Managements und der rechtlichen Grundlagen wird ebenfalls Handlungsbedarf gesehen. Beispiele dafür sind die Mitberücksichtigung von Feststoffen bei der Hochwasserrisikoabschätzung und dem Management, und bei der Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten, oder die Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung durchgeführter Messungen.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs im Rahmen SED_AT Phase II erstellt und während des Abschlussworkshops diskutiert und akkordiert. Wichtig ist die weitest gehende Umsetzung des Programms als Grundlage für den NGP 3, wobei die Phase II neben dem oben vorgestellten Handlungsbedarf auch die Zusammenfassung von Maßnahmen sowie deren Evaluierung zur Erarbeitung von Best Practice Beispielen, beinhalten sollte.

7 DANKSAGUNG

Die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für ein Lebenswertes Österreich wird dankend anerkannt. Die AutorInnen danken weiters den verschiedenen Stakeholdern und ExpertInnen, die bei der Erstellung und beim Ausfüllen der Fragebögen mitgewirkt haben und ihr Wissen im Rahmen von Gesprächen zur Verfügung gestellt haben.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- Abfallwirtschaftsgesetz (2002) i.d. Fassung vom 27.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- ATV-DVWK (2000): Morphodynamische Prozesse in Fließgewässern. Arbeitsbericht. GFA, Hennef.
- AGN (1996): European Agreement on Main Inland Waterways of International Importance (AGN). United Nations, Genf.
- Bauhausuniversität und DWA (2009): Flussbau – Hydraulische Berechnung, Wehre und Sohlenbauwerke, Ausleitungsbauwerke, Energieumwandlungsanlagen, Wasserkraftanlagen, Binnenverkehrswasserbau. Weimar, DWA.
- Bergthaler, W (2013): Wasser- und abfallrechtliche Problemstellungen betreffend Sedimenthaushalt von Fließgewässern (Flüsse, Wildbäche). In: Rudolf-Miklau, F., Wagner, E.M., Kanonier, A. (Hrsg.): Naturkatastrophenrecht. ÖWAV, Wien.
- BMLFUW (2004): Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002 – FloodRisk. Synthesebericht. BMLFUW, Wien.
- QZV Ökologie (2010): BGBl. II Nr. 99/2010 – Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer.
- BMLFUW und BMWFJ (2010): Energiestrategie Österreich. Maßnahmenvorschläge. Aus <http://www.energiestrategie.at/>, 2011-12-19.
- BMLFUW, ÖWAV Hrsg. (2011): Fließgewässermodellierung - Arbeitsbehelf Feststofftransport und Gewässermorphologie. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband.
- BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010 (2010): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009-NGP 2009. Abgerufen von <http://www.wasseraktiv.at/resources/files/2010/3/30/1136/ngp-textdokument-30-03-2010.pdf>, 2013-01-14.
- Boes, R. (2011): Nachhaltigkeit von Talsperren angesichts der Stauraumverlandung. 41. Internationales Wasserbau-Symposium, Aachen.
- Brierley, G.J., Fryirs, K.A. (2005): Geomorphology and River Management. Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, Oxford.
- Church, M. (1992): Channel Morphology and Typology. In: Calow, P. & Petts, E.G. [Hrsg.]: The Rivers Handbook. Hydrological and ecological principles. Volume 1, Blackwell Scientific Publications, S126-143, Oxford, UK.
- Donauconsult (2006): Flussbauliches Gesamtprojekt Donau östlich von Wien, Strom-km 1921-1872,7 – Generelles Projekt. Technischer Bericht, Wien.
- Donaukommission (2014): Übereinkommen über die Regelung der Schifffahrt auf der Donau. Abgerufen von http://www.danubecommission.org/index.php/de_DE/convention, 2014-05-27.
- Donauschutzübereinkommen (1998) i.d. Fassung vom 27.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Dust, D., Wohl, E. (2012): Conceptual model for complex river responses using an expanded Lane's relation. *Geomorphology*, 139-140, 109-121.
- DVWK (1991): Hydraulische Berechnungen von Fließgewässern., Berlin, Parey.
- Eberstaller et al., 2001
- Eberstaller-Fleischhanderl, D., Eberstaller, J. (2014): Flussbau und Ökologie – Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes. Amt der NÖ Landesregierung und dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Egger, G., Politti, E., Angermann, K., Habersack, H., Blamauer, B., Schneider, M., Kopecki, I., Sattler, S., Mayr, P. (2013): EcoRiver – Linking riparian vegetation and hydrodynamic processes: an integrated dynamic simulation model. Projekt-Nr. 2112650, Klagenfurt/Wien.
- Elsner, T., Harmann, S. (2001): Resuspension of fine sediment in reservoirs - case study of the lower Inn river. *International Journal of Sediment Research*, 16(2), 177-183.
- Europäische Union (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Official Journal of the European Communities, Europäische Union.

- Europäische Union (2008): Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2009 über Abfälle (Abfallrahmenrichtlinie) und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien. Official Journal of the European Communities, Europäische Union.
- Europäische Union (2009): Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG. Official Journal of the European Communities, Europäische Union.
- Fischenich, C. (2000): Resistance due to vegetation. EMRRP Technical Notes Collection Vicksburg, MS.: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- Forstgesetz (1975) i.d. Fassung vom 23.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Gaisbauer, H., Knoblauch, H. (2001): Feststoffmanagement bei Stauanlagen. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 53(11-12), 265-268.
- Gölz, E. (2002): Iffezheim field test – three years' experience with a petrographic tracer. The structure, function and management implication of fluvial systems, Proc. Alice Springs, IAHS Pul. No. 276, 417-424.
- Gutknecht, D., Blaschke, A.P., Schmalfuß, R., Sengschmitt, D., Steiner, K.-H., Reichel, K.G., Feregyhazy, H., Herndl, G.J., Battin, T.J., Dreher, J.E. (1998): Kolmationsprozesse am Beispiel des Stauraumes Freudenu. Schriftenreihe der Forschung im Verbund Band 44. Österreichische Elektrizitätswirtschaft-Aktiengesellschaft (Verbundgesellschaft), Wien.
- Habersack, H. (2000): The river-scaling concept (RSC): a basis for ecological assessments. Hydrobiologia, 422/423, 49-60.
- Habersack, H. (2009): Feststoffhauhalt, Flussmorphologie, ökologischer Zustand und Hochwasserschutz. Hintergrundpapier NGP, Wien. Abgerufen von http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/gewaesserbewirtschaftungsplan/ngp-2009/hintergrunddokumente/allgemeines/allg_higr_u_ow.html, 2014-04-29.
- Habersack, H., Hauer, C., (2008): Bedeutung der Morphodynamik für die Zielerfüllung der Wasserrahmenrichtlinie Gewässermorphologie & EU-WRRRL. 24./25. Juli, Wallgau. Berichte des Lehrstuhls und der Versuchsanstalt für Wasserbau und Wasserwirtschaft, 122, 42-47.
- Habersack, H., Klösch, M., Blamauer, B. (2013a): Grenzmur – Postmonitoring und morphodynamische Analyse von Aufweitungen und Seitenerosion. Endbericht, im Auftrag der Abteilung 14- Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit, Amt der Steiermärkischen Landesregierung.
- Habersack, H., Klösch, M., Blamauer, B. (2013b): Flussrückbau und Sohlstabilisierung am Beispiel der Oberen Drau. Wasserwirtschaft 7/8, 103. Jahrgang, 61-68, ISSN 0043 0978.
- Habersack, H., Klösch, M., Blamauer, B., Seitz, H., Kreisler, A., Holzappel, P. (2011): Lebensader Obere Drau. Flussmorphologisches Monitoring – Endbericht. Amt der Kärntner Landesregierung, Spittal/Drau.
- Habersack, H., Liedermann, M., Tritthart, M., Hauer, C., Klösch, M., Klasz, G., Hengl, M. (2012): Maßnahmen für einen modernen Flussbau betreffend Sohlstabilisierung und Flussrückbau – Granulometrische Sohlverbesserung, Bühnenoptimierung, Uferrückbau und Gewässervernetzung. Österr. Wasser- und Abfallw (2012) 64:571-581, Springer-Verlag, Wien.
- Habersack, H., Nachnebel, H.P. (1995): Short term effects of local river restoration on morphology, flow field, substrate and biota. Selected paper in regulated Rivers: Research and Management, Vol. 10 No. 2-4, 291-301.
- Habersack, H., Piégay, H. (2008): River restoration in the Alps and their surroundings: past experience and future challenges. In Habersack et al. [Hrsg.]: Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration. Elsevier B.V., doi:10.1016/S0928-2525(07)11161-5.
- Habersack, H., Schneider, J., Bogner, K., Brauner, M., Markart, G., Kohl, B., Badura, H., Fenicia, F., Bamerith, B., Koboltschnig, Mayr, P., Mischker, J., Öhlböck, K., Preinsdorfer, S., Santner, P., Wakonig, B., Botthof, M., Fieger, S. (2002): Water resources management in a changing environment: the impact of sediment on sustainability – WARMICE. Projektendbericht, Universität für Bodenkultur, Wien.

- Habersack, H., Wagner, B., Hauer, C., Jäger, E., Krapesch, G., Strahlhofer, L., Volleritsch, M., Holzapfel, P., Schmutz, S., Schinegger, R., Pletterbauer, F., Formayer, H., Gerersdorfer, T., Pospichal, B., Pretenthaler, F., Steiner, D., Köberl, J., Rogler, N. (2011): DSS_KLIM:EN – Entwicklung eines Decision Support Systems zur Beurteilung der Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, Energie aus Wasserkraft und Ökologie. Endbericht. Studie im Auftrag der Kommunalkredit Austria AG, gefördert vom Klima- und Energiefonds, Wien.
- Hauer, C. (2013): Eco-hydraulic modelling and river morphodynamics in context of the European Water-Management Directives (Floods-, Water Framework-, Renewable Resources). Universität für Bodenkultur Wien; Habilitationsschrift im Fach Ökohydraulik und Naturnaher Wasserbau.
- Jäggi, M. N. R. (1992): Sedimenthaushalt und Stabilität von Flussbauten, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 119,7-100.
- Jungwirth, M., Haidvogel, G., Moog, O., Muhar, S., Schmutz, S. (2003): Angewandte Fischökologie an Fließgewässern. Facultas, Wien.
- Knighton, D. (1998): Fluvial forms and processes. A new perspective. Hodder Education, London.
- Krapesch, G., Tritthart, M., Habersack, H. (2009): A model-based analysis of meander restoration. River Research and Applications, 25, 593-606.
- Kresser, W. (1964): Gedanken zur Geschiebe- und Schwebstoffführung der Gewässer. ÖWW, 16(1), 6-11.
- Lane, E. W. (1955): The importance of fluvial morphology in hydraulic engineering. Proceedings, American Society of Civil Engineers, Vol. 81.
- Le Roux, J. P. (2005): Grains in motion: A review. Sedimentary Geology, 178, 285-313.
- Leeder, M.R. (1983): Sedimentology: process and product. George Allen and Unwin, London.
- Meyer-Peter, E., Müller, R. (1948): Formulas for bed-load transport. Proceedings of the 2nd Meeting of the International Association for Hydraulic Structures Research, 39–64.
- Nepf, H., Zong, L., Rominger, J. (2010): Flow, deposition and erosion near finite patches of vegetation. In: Dittrich, K., Aberle, Geisenhainer, ed. River Flow 2010, September 8-10th, 2010 2010 Braunschweig. Bundesanstalt für Wasserbau, 33-40.
- Oehy, C.D., De Cesare, G., Schleiss, A.J. (2010): Effect of inclined jet screen on turbidity current. Journal of Hydraulic Research, 48(1), 81-90.
- ÖNORM (2004): ÖNORM B 2400, Hydrologie - Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.
- ONR 24800:2009 (2009): Schutzbauwerke der Wildbachverbauung – Begriffe und ihre Definitionen sowie Klassifizierung. ONR ON-Regel, Ausgabedatum: 2009-02-15.
- Osterkamp, W. R., Hupp, C. R. (2010): Fluvial processes and vegetation - Glimpses of the past the present and the future. Geomorphology, 116, 274-258.
- Otto, A., Weibel, U. (1999): Entwicklung der Rhein-Auengewässer, Teil 1 Grundlagen. Mainz, Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz.
- ÖWAV (2000): Feststoffmanagement in Kraftwerksketten. Schriftenreihe des Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 137, Wien.
- Pöschl, S. (2001): Erfahrungsbericht – Sedimentation in einer Kraftwerkskette. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft, 53 (11-12), 292-299.
- Press, F., Siever, R. (1995): Allgemeine Geologie - 3. Auflage, München, Spektrum Akademischer Verlag.
- RGBl. Nr. 117/1884 (1884) Gesetz vom 30. Juni 1884 betreffend Vorkehrungen zur unschädlichen Ableitung von Gebirgswässern StF: RGBl. Nr. 117/1884. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Schiffahrtsgesetz (1997) in der Fassung vom 23.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Schleiss, A. (2007): Nachhaltiges Sedimentmanagement in alpinen Speichern unter Berücksichtigung von ökologischen und ökonomischen Aspekten - ALPRESERV, Kloster Seeon.
- Schleiss, A., De Cesare, G., Jenzer Althaus, J. (2010): Verlandung der Stauseen gefährdet die nachhaltige Nutzung der Wasserkraft. Wasser Energie Luft, 102(1), 31-40.
- Schneider, S. (2010): Widerstandsverhalten von holzigen Auenpflanzen – Konzept zur Etablierung von Weichholzauen an Fließgewässern. PhD an der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften Karlsruhe, Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

- Schober, S. (2006): Flussmorphologische Prozesse am Beispiel alpiner Einzugsgebiete. Guthmann-Peterson, Wien-Mühlheim/Ruhr.
- Schöberl, F. (1979): Zur Frage der Gefällsbildung beim Selbststabilisierungsprozess von erodierenden Flussstrecken. Diss. Univ. Innsbruck.
- Schumm, S.A. (1977): The Fluvial System. The Blackburn Press, Caldwell.
- Simons, D. B., Richardson, E. V. (1966): Resistance to Flow in Alluvial Channels. Geological Survey Prof. Paper 422-I, Washington D.C., USA.
- Vischer, D. (1981): Verlandung von Flusstauhaltungen und Speicherseen – Einführung in das Thema. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich, 53, 9-25.
- Wasserrechtsgesetz (1959) i.d. Fassung vom 21.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Wasserstraßengesetz (2004): Bundesgesetz über Aufgaben und Organisation der Bundeswasserstraßenverwaltung – Wasserstraßengesetz StF: BGBl. I Nr. 177/2004 in der Fassung vom 22.08.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- Wasserstraßenverkehrsordnung (2011) in der Fassung vom 26.05.2014. <https://www.ris.bka.gv.at/>
- WRS (2000): Untersuchungen zur Flussmorphologie der Unteren Salzach. Wasserwirtschaftliche Rahmenuntersuchung Salzach, Fachbericht 2. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.
- Zarn, B. (1997): Einfluss der Flussbreite auf die Wechselwirkung zwischen Abfluss, Morphologie und Geschiebetransportkapazität. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich, 154.

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ergebnis der Risikoeinschätzung der Verfehlung des guten ökologischen Zustandes im Rahmen des NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010).....	7
Abbildung 2: Einteilung der Bearbeitung in vier Schritte: I. Vorstudie, II. Datenerfassung und Auswertung, III. Ableitung des integrativen Handlungsbedarfes, und IV. die Erstellung des akkordierten Programmes für SED_AT Phase II.	11
Abbildung 3: Beispiele für einige Fragen-Antworttypen (Mitte und rechts).....	12
Abbildung 4: Ausschnitt aus dem Feststoffkreislauf in dem die Prozesse Verwitterung, Erosion, Transport, Sedimentation, Versenkung und Diagenese dargestellt sind (aus Press und Siever, 1995).	15
Abbildung 5: Arten des Geschiebetransports (Knighton, 1998).	16
Abbildung 6: Abiotische Parameter und Vorgehensweise des RSC (Habersack, 2000).	19
Abbildung 7: Darstellung morphologischer Flusstypen in Abhängigkeit von Gefälle, Gerinne Stabilität, Sedimentgröße und Menge des Sedimenteintrages (modifiziert nach Church, 1992; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).	20
Abbildung 8: Zonierung von Flüssen betreffend ihres Sedimenthaushaltes (nach Schumm, 1977).....	21
Abbildung 9: Veränderung einiger abiotischer Merkmale im Verlauf eines Gewässers (nach Otto, 1991; zitiert in ATV-DVWK, 2000).	21
Abbildung 10: Übersicht über die Systematik der Verlagerungsprozesse in Wildbacheinzugsgebieten (ONR 24800:2009).....	23
Abbildung 11: Grundriss und zugehöriger Querschnitt verschiedener morphologischer Strukturen (Zarn, 1997; zitiert in ATV-DVWK, 2000).	24
Abbildung 12: Wechselwirkung zwischen hydraulischen Charakteristika, Sedimenttransport und Sohlformentwicklung (nach Leeder, 1983; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).	24
Abbildung 13: Entwicklung der Sohlformen (nach Simons and Richardson, 1966; zitiert in BMLFUW und ÖWAV, 2011).	25
Abbildung 14: Lane's Balance – zeigt schematisch wie sich Veränderungen bestimmter Faktoren auf das Gerinne Gleichgewicht auswirken. (in Dust and Wohl, 2012; basierend auf Lane, 1955). D_s steht für Korngröße, S für Gefälle, Q_s für Sedimentfracht und Q_w für Abflussfracht.....	27
Abbildung 15: Geomorphologische Auswirkungen der Dammerrichtung auf den Flusscharakter (Brierly und Fryirs, 2005).	29
Abbildung 16: Mittlere Sohleintiefung pro Jahr (links) sowie die Kiesüberdackung (rechts) für die Donau östlich von Wien, die Salzach in der Grenzstrecke, die Drau im Bereich Lienz bis Spittal und an der Grenzstrecke der Mur (Habersack et al., 2012).	30
Abbildung 17: Sohldurchschlag (links) und Einsturz der Autobahnbrücke Lieferung (rechts) an der Salzach vom 13.08.1969 (WRS, 2000).	30
Abbildung 18: Veränderbare Parameter des Sedimenthaushaltes in einem Gewässerabschnitt. 1) Sedimentregime (Erhöhung/Minderung von Input/Zugaben bzw. Entnahme), 2) Erosionswiderstand der Sohle, 3) Energieliniengefälle, und 4) Sohlschubspannung.	33
Abbildung 19: Übersicht über Maßnahmen zur Sohlstabilisierung (Habersack et al., 2012).....	34
Abbildung 20: Verbesserung des Sedimentkontinuums am Beispiel des Sperrenneubaus Feistritzbach (www.life-drau.at).	34
Abbildung 21: Beispiele für die Weitergabe/Durchleitung von Sedimenten an Talsperren (modifiziert nach Boes 2011).....	35
Abbildung 22: Materialeintrag durch Seitenerosion am Beispiel der Grenzmuir (Habersack et al., 2013a). .	35
Abbildung 23: Uferrückbau im Bereich der Naturversuchsstrecke an der Donau (Fotos: via donau).....	35
Abbildung 24: Künstliche Geschiebezugabe flussab des Kraftwerks Freudenu (Habersack et al., 2012; Fotos: Verbund).....	36
Abbildung 25: Voraussichtliche Entwicklung der granulometrischen Sohlverbesserung (GSV). a) GSV in den geplanten Zuständen, b) Korngrößenverteilung von Normalgeschiebe, Zugabematerial und der erwarteten Mischung (Habersack et al., 2012).	36

Abbildung 26: Mäanderanbindung; a) Untersuchung der Sedimentationsbereiche (dunkle Bereiche) mittels Modellversuch (Krapesch et al., 2009), b) Umsetzungsphasen der Wiederanbindung eines Mäanders(http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/wasser/thaya/thaya-broschuere.pdf).	
Abbildung 27: Laufverlängerung durch die Herstellung pendelnd-mäandrierender Linienführung (Eberstaller-Fleischhandlerl und Eberstaller, 2014).	37
Abbildung 28: Aufweitungen an verschiedenen Gewässern; weiter Beispiele finden sich unter www.wasseraktiv.at/gewaesser-karte.	38
Abbildung 29: Maßnahmenübersicht gegen Speicherverlandung (Schleiss et al., 2010).	39
Abbildung 30: Schematische Darstellung eines Sedimentumleitstollens (nach Boes, 2011). Einlaufbauwerk a) an der Stauwurzel und b) im Stausee; Längsschnitt (oben) und Grundriss (unten).	40
Abbildung 31: Spülung des Großsölk-Speichers, a) während der Entleerung, b) Grundablass und Einlaufbauwerk während der Spülung, c) Erosionskanal am Ende des Spülvorgangs (Habersack et al., 2002).	41
Abbildung 32: Durchschleußen von Trübeströmen durch die Talsperre.	42
Abbildung 33: Schematische Übersicht über Maßnahmen zur Beherrschung von Trübeströmen und Ablagerung von Feinmaterial im Stausee (nach Schleiss, 2007; Oehy et al., 2010). a) Schüttdamm, b) Geotextilvorhang, c) geneigter Düsenstrahl.	42
Abbildung 34: Schematische Übersicht über die Stauraumverfüllung, Längsschnitt (nach Eberstaller et al., 2001).	43
Abbildung 35: Strukturierungsmaßnahmen und Nebengewässervernetzung im Bereich von Stauräumen (IHG/BOKU zitiert in Eberstaller-Fleischhandlerl und Eberstaller, 2014).	44
Abbildung 36: Anzahl der ausgefüllten Fragebögen je Sektor (links) und Abdeckung der mit Fragebögen behandelten Gewässer und Einzugsgebiete (rechts). Die Nummern geben die Anzahl der mittels Fragebögen behandelten Kraftwerke je Flusseinzugsgebiet an.	49
Abbildung 37: Zuteilung der Wildbacheinzugsgebiete zu „Überschuss“, „Defizit“, „Abschnittsweise Überschuss/Defizit“, sowie „weder Überschuss noch Defizit“.	50
Abbildung 38: Verteilung der Einzugsgebietsgrößen der betrachteten Wildbäche.	50
Abbildung 39: Geologie der Einzugsgebiete.	51
Abbildung 40: Einfluss der Bauwerke auf das Sedimentkontinuum.	52
Abbildung 41: Auftreten von Problemen in bestimmten Wildbachbereichen.	52
Abbildung 42: Probleme bei Sedimentdefizit.	53
Abbildung 43: Probleme von Sedimentüberschuss.	54
Abbildung 44: Probleme und Auswirkungen von Sohlhebungen im Zusammenhang mit Hochwasserereignissen.	54
Abbildung 45: Verursachte Probleme des Bauwerkstyps auf den Feststoffhaushalt.	55
Abbildung 46: Durchführung einer Räumung des Beckens der Sperre.	56
Abbildung 47: Verlegung des Grundablasses.	57
Abbildung 48: Nutzung des entnommenen Materials.	57
Abbildung 49: Probleme durch Vegetation.	58
Abbildung 50: Durchführung der rechtlich vorgesehen Wildbachbegehung (links); Probleme bei Erfüllung der Räumungspflicht (rechts).	59
Abbildung 51: Unterteilung der Fließgewässerstrecken in Abschnitte mit Problemen, mit keinen Problemen bzw. ohne bekannte Probleme (a) und eine weitere Aufgliederung der Problemstrecken aufgrund der Angaben des „Hauptproblems“ im Fragebogen (b).	61
Abbildung 52: Aufgliederung der Defizitprobleme (Mehrfachnennungen waren möglich).	62
Abbildung 53: Aufgliederung der Überschussprobleme (Mehrfachnennungen waren möglich).	63
Abbildung 54: Aufgliederung der bearbeiteten Fließgewässer in Überschuss- und potentielle Defizitstrecken, basierend auf einer ExpertInnenabschätzung.	63
Abbildung 55: Probleme aufgrund des Vorhandenseins oder der Veränderung von morphologischen Strukturen (Mehrfachnennungen waren möglich).	64
Abbildung 56: Ausgefüllte Fragebögen nach Kraftwerkstyp (a) und Zuordnung der Laufkraftwerke nach Lage des Krafthauses (b).	69

Abbildung 57: Ausgefüllte Fragebögen nach Einzugsgebieten.....	69
Abbildung 58: An 55 der bearbeiteten Kraftwerke werden Maßnahmen betreffend Feststoffe durchgeführt bzw. treten Probleme mit Feststoffen auf.....	70
Abbildung 59: Hauptprobleme mit denen die Flussabschnitte konfrontiert sind.....	70
Abbildung 60: Veränderungen des Wasserhaushaltes.....	71
Abbildung 61: Probleme mit Feststoffen im Bereich der E-Wirtschaft (a) und Auswirkung von Sedimentüberschüssen (b).....	71
Abbildung 62: Maßnahmen gegen die Speicherverlandung.....	72
Abbildung 63: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus technischer Sicht.....	72
Abbildung 64: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus wirtschaftlicher Sicht.....	73
Abbildung 65: Wirksamkeit der Maßnahme „Baggerung“ aus ökologischer Sicht.....	73
Abbildung 66: Nachhaltigkeit der Maßnahme „Baggerung“.....	73
Abbildung 67: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus technischer Sicht.....	75
Abbildung 68: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus wirtschaftlicher Sicht.....	75
Abbildung 69: Wirksamkeit der Maßnahme „Spülung“ aus ökologischer Sicht.....	75
Abbildung 70: Problematik von Totholz/Totholzdrift.....	77
Abbildung 71: Übersicht über die mit Fragebogen behandelten Fließgewässer des Sektors Ökologie in Österreich.....	79
Abbildung 72: Übersicht der ausgefüllten Fragebögen nach Einzugsgebieten – prozentualer und numerischer Anteil.....	80
Abbildung 73: Hauptprobleme mit denen die Flussabschnitte/bzw. die Einzugsgebiete konfrontiert sind... 81	81
Abbildung 74: Angaben zu Kontinuumsunterbrechungen (z.B. Querbauwerke) in den behandelten Flussabschnitten. „Ja“ bedeutet, dass mindestens eine Kontinuumsunterbrechung im Flussabschnitt vorhanden ist, „nein“, dass keine Kontinuumsunterbrechung vorhanden ist und „N/A“, dass im Fragebogen keine Angaben zu der gestellten Frage gemacht worden sind.....	81
Abbildung 75: Hauptprobleme nach Kontinuumsunterbrechungen durch Stauinfluss. Grundsätzlich zeigt die Auswertung auf, dass es durch das Vorhandensein von Querverbauungen in den Flussabschnitten vermehrt zu Problemen, sowohl in den Bereichen Sedimentüberschuss und –defizit, als auch zu morphologischen Änderungen, als auch zu den unter „Sonstiges“ genannten Problemen kommt.....	82
Abbildung 76: Subjektive Einschätzung der Veränderungen des Sedimenthaushaltes, Mehrfachnennungen waren möglich. Im Flussbau wurde in 42 Fragebögen, in der WLV in 25, in der Ökologie 15 und von der Wasserstraße Donau ein Fragebogen zu Änderungen im Sedimenttransport angeführt.....	86
Abbildung 77: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Zunahme des Schwebstofftransportes (Mehrfachnennungen waren möglich).....	86
Abbildung 78: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Abnahme des Schwebstofftransportes (Mehrfachnennungen waren möglich).....	87
Abbildung 79: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Zunahme des Geschiebetransportes (waren möglich).....	87
Abbildung 80: Subjektive Einschätzung der Ursachen für die Abnahme des Geschiebetransportes (waren möglich).....	87
Abbildung 81: Übersicht zur sektoralen Querverlinkung. Grün: Übereinstimmung, Gelb: neutral/keine Überlappung der Handlungsbereiche und Rot: Konflikte bzw. keine Übereinstimmung.....	88
Abbildung 82: Akkordierter Handlungsbedarf betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie eingeteilt in drei räumliche Skalen und den Block Prozessforschung, welcher skalenübergreifend ist.....	93
Abbildung 83: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Wildbach- und Lawinenverbauung. ...	109
Abbildung 84: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes des Flussbaus.....	111
Abbildung 85: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Wasserstraße Donau/ Thaya und March.....	112
Abbildung 86: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Energiewirtschaft.....	114
Abbildung 87: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Ökologie.....	115
Abbildung 88: Beurteilungsverteilung des gesamten Handlungsbedarfes.....	116

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Anthropogene Einflüsse auf den Sedimenthaushalt und ihre Auswirkungen (BMLFUW and ÖWAV 2011).	28
Tabelle 2: Auswirkungen von Sedimentdefizit.	30
Tabelle 3: Auswirkungen von Sedimentüberschuss.	31
Tabelle 4: negative Auswirkungen von morphologischen Veränderungen.	32
Tabelle 5: Hydromorphologische Qualitätskomponenten (Richtlinie 2000/60/EG, Anhang 5).	45
Tabelle 6: vorhandene Bauwerkstypen in Wildbächen.	51
Tabelle 7: Sohlrandlandungsraten der Wildbäche.	54
Tabelle 8: Existente Probleme der Bauwerke in Bezug auf den Feststoffhaushalt.	56
Tabelle 9: Auflistung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Forschungsbedarf.	91
Tabelle 10: Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Managementbedarf.	92
Tabelle 11: Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil rechtliche Belange.....	92
<i>Tabelle 12: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Wildbach und Lawinenverbauung.</i>	<i>109</i>
Tabelle 13: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Flussbau (Teil 1).....	110
Tabelle 14: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Flussbau (Teil 2).....	111
Tabelle 15: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Wasserstraße Donau / Thaya und March.	112
Tabelle 16: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Energiewirtschaft.	113
Tabelle 17: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung –Ökologie.	115
Tabelle 18: Zusammenfassung des Forschungsbedarfes aller Sektoren inklusive der ExpertInnenabschätzung und der Literaturrecherche.	117
Tabelle 19: Zusammenfassung des Managementbedarfes und der rechtlichen Belange aller Sektoren inklusive der ExpertInnenabschätzung und der Literaturrecherche.....	128

11 ANHANG

Der Anhang gliedert sich in folgende Teile:

1. Sektorale Querverlinkung
2. Zusammengeführter Forschungsbedarf
3. ÖWAV-Artikel

11.1 SEKTORALE QUERVERLINKUNG

Für jeden Sektor werden im Anschluss die Bewertungen durch die anderen Sektoren dargestellt. Um einen schnellen Überblick zu bekommen, wurden die jeweiligen Antworten mit Rot (Konflikt/keine Übereinstimmung), Gelb (neutral/keine Überlappung) oder Grün (Übereinstimmung/verstärkend) hinterlegt. Weiße Felder bedeuten, dass diese Aussage nicht beurteilt wurde.

11.1.1 SEKTORALE QUERVERLINKUNG WILDBACH- UND LAWINENVERBAUUNG

In *Tabelle 12* sind die Beurteilungen des Handlungsbedarfes der Wildbach- und Lawinenverbauung durch die anderen Sektoren dargestellt. In mehr als 90% ist eine Übereinstimmung vorhanden, bzw. hat sich in keinem Punkt ein Widerspruch oder Konflikt zwischen den Sektoren ergeben (*Abbildung 84*).

Tabelle 12: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Wildbach und Lawinenverbauung.

Handlungsbedarf WLV	Beurteilungen			
	Flussbau	Wasserstraße Donau/ Grenzwässer Thaya und March	Energiewirtschaft	Ökologie
Geschiebemanagementkonzepte/ Geschiebebewirtschaftung	ja	auch für Donau relevant	ja	ja
Optimierung von Sperrbauwerken (z.B. Geschiebedosierung, Wildholzsperrn,...)	ja	ja, wenn für Donau relevant		ja
Geschiebeweitergabe an Vorfluter	ja, muss aber hochwasser- verträglich sein	ja, wenn für Donau relevant	ja, die Frage ist was kommt flussab (z.B. Restwasserstrecke,...); wo ist die Möglichkeit gegeben? ...	ja
Erfassung des Geschiebetransports	ja	auch für Donau; Monitoring von Massenbewegungen im Oberlauf	ja	ja
Weiterentwicklung Geschiebemodellierung	ja	auch Donau	ja	ja
Fließgeschwindigkeiten bei Reinwasser und bei HW-Abflüssen	ja	neutral	neutral	ja
Einfluss von hydrologischen Veränderungen auf den Geschiebetransport	ja	auch für Donau relevant (z.B. Klimawandeleinfluss)	ja	ja

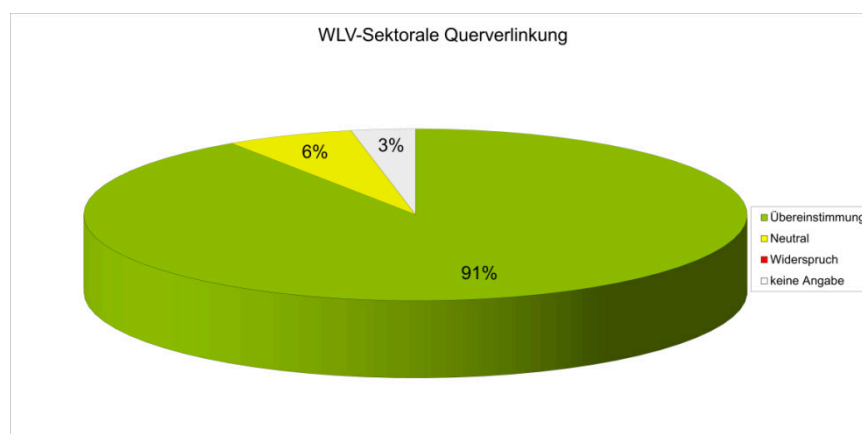


Abbildung 84: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Wildbach- und Lawinenverbauung.

11.1.2 SEKTORALE QUERVERLINKUNG FLUSSBAU

In rund 80% der Beurteilungen, stimmten die anderen Sektoren dem Handlungsbedarf des Flussbaus zu bzw. standen ihm neutral gegenüber (*Tabelle 13 und Tabelle 14, Abbildung 85*) nur in einem Punkt (Ableitung von Faustformeln für Geschiebepotential) wurde keine Übereinstimmung erzielt.

Tabelle 13: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Flussbau (Teil 1).

Handlungsbedarf Flussbau	Beurteilungen			
	WLV	Wasserstraße Donau/ Grenzwässer Thaya und March	Energiewirtschaft	Ökologie
Ermittlung von Geschiebepotentialen in Abhängigkeit der Geologie, der Landnutzung, usw.	ja	ja	Mitberücksichtigung von: Wo werden Feststoffe mobilisiert/zurückgehalten? Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus? Gletscher, Permafrost, Unterscheidung organisch-anorganisch, Abhängig von Höhenlage, Geologie, Böden etc. ...	ja
Erfassung von Schwebstoffquellen/-mengen und deren Eintragswege in Gewässer	neutral	auch Donau (auch lokale kleinere Inputs von Bächen) Mögliche Verlandungsprobleme Häfen, Schifffahrt, Altarme		ja, ja
Mobilisierung von Schwebstoffen/ Geschiebe in Rückhalteräumen während Hochwasser - vgl. der Frachten mit "natürlichen Systemen"	für WLV kein Thema	ja		ja, aber ökologisch verträglich
Ableitung von Faustformeln für Geschiebepotential	nein Geschichte, historisch			ja, aber nur wenn Faustformeln aussagekräftig sind; Feststoffmanagement mit ökolog. Abstimmung
Quantifizierung des Geschiebe und Schwebstofftransportes	ja	ja	ja	ja
Optimale Gerinnebreite/Regulierungsprofil für ausgeglichene Sohle	ja	auch Donau (Buhnen, Kolkstrecken mit Sohlurchschlagsgefahr, zulässige Ufererosion, in Stauräumen Kompensationsbaggerungen, Hochwasser- auswirkungen, Stauwurzelthematik)	(in Stauhaltungen um die Breite zu reduzieren, zb Buhnen, Wechselwirkung Spülung Aufweitung und Hochwasser)	ja (dynamisches Gleichgewicht), gewässertypspezifisches dynamisches Gleichgewicht
Maßnahmen bezgl. Einbringung /Weitertransport von Material aus Wildbächen in den Vorfluter	ja	auch Donau (zb Geschiebezugabe Freudenu, Verklappung flussauf bei Erhaltung / sämtliche Umlagerungen der Donau)	Ja, aber ökologisch Sinnvoll?	ja
Auswirkung von selbstleerenden Sperren auf den Sedimenttransport und die Hochwassersicherheit im Vorfluter	ja			ja
Maßnahmen für die gezielte Ablagerung / Sedimentation von Feststoffen	ja			zur Vereinfachung von Räumungen aus ökolog. Sicht meist wohl eher liebe Puffer, ausgeglichener Geschiebehaushalt
Optimierung von Strukturelementen	ja			z.B. Erhöhung der Dynamik/Materialumlagerung gewässertypisch, Leitbildkonform.... in Abhängigkeit von flusstypspezifischen Kriterien, nach den Rahmenbedingungen
Einfluss des Schwall/Sunks auf den Sedimenthaushalt und -transport	neutral	auch Schifffahrtsthema (ev Enns, Inn, ev. Jochenstein/Riedl, generell Schwall – Sunk nicht nur sedimentbezogen)	(ja, Bedeutung der Morphologie für die Beurteilung des Schwalls)	ja
Messverfahren für Geschiebetransportmenge während Ereignissen Finanzierung der zusätzlichen Messungen	ja	auch Donau (Schwebstoff, Geschiebe, Geschwindigkeit, Abhängigkeit vom Durchfluss etc.) flächenhafter Austrag (neue Methoden?)	ja	ja - Wird unterstützt, Wissenszuwachs
Entwicklung Einzugsgebietsbezogene Feststoffmanagementkonzepte	ja unter Vorbehalt, zb Landwirtschaft, viele Akteure /Schnittstellen/ Probleme..., Spielregeln definieren/ Schutz Lebensraum Primat? Raumplanung und Grundeigentümer einbeziehen, Rechtslage Abfallgesetz, problembezogene Betrachtung,...	auch Donau (was kommt bei Geschiebefällen Enns, Traun etc., Inn in Donau, Sedimentbilanzierung), Schwebstofftransport konzentriert bei Hochwässern, ev. Änderung der Korngrößen ev. mehr Feinanteil?)	ja	ja
Weiterentwicklung von Geschiebe- und Schwebstoffmesssystemen	ja	auch Donau (zb Geschiebezugabe Freudenu, Verklappung flussauf bei Erhaltung / sämtliche Umlagerungen der Donau)	ja	ja - Wird unterstützt, Wissenszuwachs

Tabelle 14: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Flussbau (Teil 2).

Handlungsbedarf Flussbau	Beurteilungen			
	WLV	Wasserstraße Donau/ Grenzwässer Thaya und March	Energiewirtschaft	Ökologie
Maßnahmen zur Reduktion der Schwall-Sunk Auswirkung	neutral	auch Schifffahrtsthema (ev Enns, Inn, ev. Jochenstein/Riedl, generell Schwall – Sunk nicht nur sedimentbezogen)	(ja, Bedeutung der Morphologie für die Beurteilung des Schwalls)	Ausgleichsbecken oder Betriebsweise ändern, plus Morphologie, Saisonalität
Talsperrentypen entwickeln die Geschiebedurchgängigkeit erlauben	ja	auch Donau (generell Querbauwerke /Wehranlagen, lokale Verfrachtungen, Anlandungen Wendepiegel)	Sonderfälle: Vorsperren mit Umlaufstollen, bypass Systeme, Fassungen, kleinere Speicher	ja
Entsorgung/Verwertung/Deponierung von Räumgut (Ziel ist die Verhinderung der Entsorgung, Deponierung)	ja!!!	auch Donau (bei Kraftwerken, Totholz für Energienutzung) Ziel wäre der Weitertransport von Sedimenten, Vermeidung von Schwimmstoffen	(Abfallwirtschaftsgesetz ist zu hinterfragen, Definitionen, Abgaben, nach ÖNORM organischer Anteil? In DIN besser, fehlt Zugabe Triebwasser bzw andere Lösungen,)	ja, aber Flusstypspezifisch
Umlagerung von Material z.B. Entnahme aus dem Oberlauf Einbringen flussab bzw. Wildbacheinstöße	ja	auch Donau (zb Geschiebezugabe Freudenau, Verklappung flussauf bei Erhaltung / sämtliche Umlagerungen der Donau)	(ja? Ökologisch sinnvoll?, Wiederverwertung möglich?)	ja
Optimierung/Minimierung des laufenden Instandhaltungsaufwandes	ja	auch Donau (Wasserstraßenmanagement, z.B. optimiertes Baggermanagement, Verklappung, Treppelwege/Vorland, Ufersicherungen, Uferückbau etc)	(ja, wesentlicher Aufwand, Problem der ökologisch orientierten Jahreszeit für zb Spülungen, Baggerung, möglicher Ziel-konflikt zw Ökologie und betrieblicher Sicht)	ja durch Erhöhung der Pufferkapazität, eigene Prozesse, nicht untypische Maßnahmen
Adaption/Anpassung von Wehrbetriebsordnungen in Hinblick auf ein verbessertes Sedimentmanagement	ja	ja		auf ein verbessertes Sedimentmanagement verbessertes wasserwirtschaftliches und ökologisches Management, ökolog. Gesichtspunkte
Mitbehandlung von Feststoffen bei Hochwasseruntersuchungen	ja	ja		ja, auch künftige Sohlentwicklung einbeziehen in berechnungen,
Optimierung der Pflege von Strukturierungsmaßnahmen	neutral			ja durch Erhöhung der Pufferkapazität, eigene Prozesse, nicht untypische Maßnahmen
Wiedereinbringung / Verwertung / Entsorgung von Räumgut	ja!!!		(Abfallwirtschaftsgesetz ist zu hinterfragen, Definitionen, Abgaben, nach ÖNORM organischer Anteil? In DIN besser, fehlt Zugabe Triebwasser bzw andere Lösungen,)	ja, aber Flusstypspezifisch
Grundbereitstellung für morphologische Maßnahmen durchsetzbar machen	ja	auch Donau (adaptive Bauumsetzung, Lernen vom Fluss, rechtlich flexiblerer Zugang für schrittweise Umsetzung und Optimierungsmöglichkeit)	(ja, zb bei Rückbaumaßnahmen in Kombination mit Schwall oder ökolog. Zielen, generell Rechte von Dritten, Nutzungsrechte etc.)	ja aber ohne Zwangsenteignung, (nicht bevorzugter Wasserbau), Mediation, gute ablässe, vorsorgende Grundbereitstellung, Tausch.....
Wie weit kann das Öffentliche Interesse am Gewässerschutz in private Verhältnisse eingreifen	ja			neutral
Ab wann ist die Verpflichtung zur Räumung gegeben	ja			besser kombiniert mit Revitalisierungsmaßnahmen
Rechtliche Klärung der Nutzung des Hinterlandes bei Überbrestrecken (Entschädigungen?..)	neutral			neutral

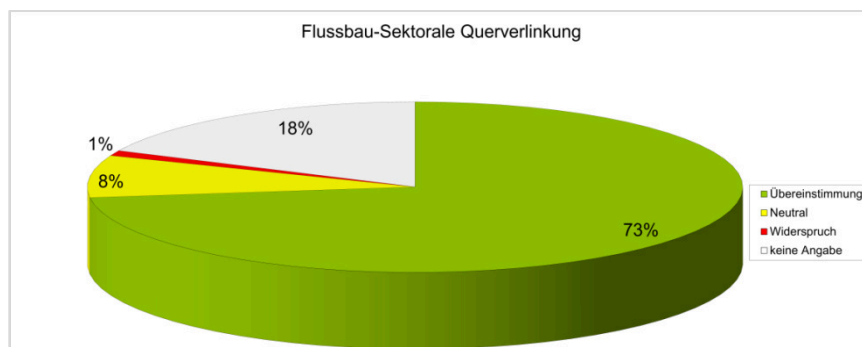


Abbildung 85: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes des Flussbaus.

11.1.3 SEKTORALE QUERVERLINKUNG WASSERSTRAÙE DONAU / GRENZGEWÄSSER THAYA UND MARCH

Die Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung des Handlungsbedarfes der Wasserstraße Donau / Grenzgewässer Thaya und March, ist in *Tabelle 15* dargestellt. Allen Punkten wurde zugestimmt oder sie wurden als neutral eingestuft (*Abbildung 86*).

Tabelle 15: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Wasserstraße Donau / Thaya und March.

Handlungsbedarf Wasserstraße Donau/ Grenzgewässer Thaya und March	Beurteilungen			
	WLV	Flussbau	Energiewirtschaft	Ökologie
Sedimentmanagementkonzept für die österreichische Donau	neutral	neutral	ja, aber unter Gesamtsicht; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?	ja
Verbesserung und nachhaltige Sicherung der Fahrrinnenparameter	neutral	neutral	neutral	ja
Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Sohlstabilisierung und zur Sicherung gegen Sohlurchschlag	neutral	ja	z.B. Wechselwirkung mit Geschiebezugabe Freudenau...; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?	ja
Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse	neutral	ja		ja
Untersuchung/Entwicklung von Maßnahmen zur Minderung der Stauraumverlandung	neutral	ja		ja
Messnetzverdichtung (Menge/Verteilung) im Hinblick auf Feststoffe in ganz Österreich	ja	ja	ja, wenn Verfahren einsetzbar und aussagekräftig	ja

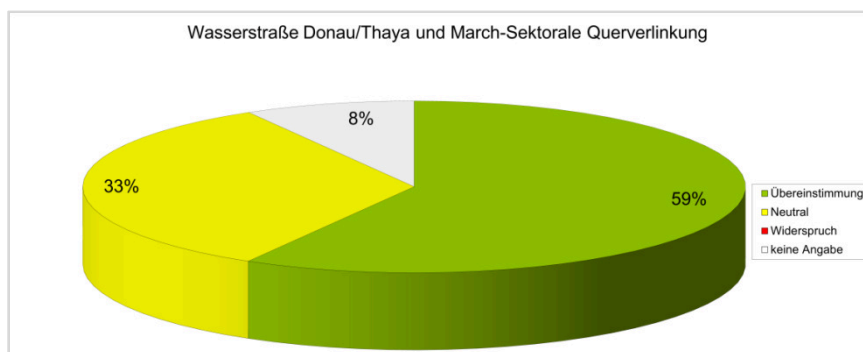


Abbildung 86: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Wasserstraße Donau/ Thaya und March.

11.1.4 SEKTORALE QUERVERLINKUNG ENERGIEWIRTSCHAFT

Die befragten Sektoren stimmen zu 90% dem Handlungsbedarf der Energiewirtschaft zu bzw. stehen diesem neutral gegenüber (Tabelle 16 und Abbildung 87). In 4% der vorgeschlagenen Punkte kommt es zum Widerspruch zu den Forderungen der Energiewirtschaft.

Tabelle 16: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung – Energiewirtschaft.

Handlungsbedarf Flussbau	Beurteilungen			
	WLV	Flussbau	Wasserstraße Donau/ Grenzwässer Thaya und March	Ökologie
Verhalten von Hochdruckanlagen (Pelton turbinen) bei Sedimentzugabe im Triebwasser	neutral	neutral	neutral	neutral
Remobilisierung, speziell nach längeren Konsolidierungsphasen und bei kohäsiven Sedimenten	neutral	ja, aber mit Vorsicht, Zeithorizont	auch Donau relevant	kritisch, ja wenn ökologisch verträglich
Beigabe des Sediments in Triebwasser für nachhaltige Feststoffbewirtschaftung	ja	Ja, aber im Einzelfall auf HW verträglichkeit prüfen	neutral	kritisch, ja wenn ökologisch verträglich
Sedimentrückgabe und ökologische Auswirkungen in Schluchtstrecken	ja	Ja, aber Vorsicht flussab Schluchtstrecke		kritisch, ja wenn ökologisch verträglich
Umstellung auf Saugbaggersystem	neutral	neutral	neutral	Hängt vom Kraftwerkstyp /Ökolregion/ etc. ab, Forschungs- und Optimierungsbedarf, ja
Maßnahmen im Einzugsgebiet / Maßnahmen im Unterwasser	ja	unklar	ja, auch Donau z.B. Präventive Maßnahmen im Einzugsgebiet wie hangstabilisierende Bepflanzung/en etc.	ja
Aufgelöste Sohlrampen und Bühnen zur Sohlstabilisierungen im Unterlauf der Fließgewässer	neutral	Nein, ev. aber situationsabhängig		Nein, kontraproduktiv zur Gesamtkonzeption, widerspricht Feststoffmanagement, nur als Notlösung
Modelle bilden Schwebstoff- und Geschiebetransport nicht ausreichend ab, insbesondere bei stark fraktionierten Sedimentablagerung im Längsverlauf der Stauräume	ja	ja	ja	ja
Konstruktion der Saugbaggeranlage im Hinblick auf präzise Einhaltung des Entnahmehorizonts	neutral	neutral	neutral	neutral
Evaluierung zuverlässiger Materialentnahmemengen aus Trübung des Saugbaggergemisches. --> eingesetzte Trübesonden liefern zu ungenaue Werte	neutral	neutral	neutral	neutral
Auswirkungen durch Veränderung der Permafrostgebiete	ja	ja	für Donau derzeit nicht relevant	ja
Trübewerte und ökologische Verträglichkeit	ja	neutral	auch Donau (z.B. bei Renaturierungsprojekten, Remobilisierung von Feststoffen,...)	Ad Abgabezeit: - Verdünnung ? Abstimmung auf Fischregion; ad Vergleich: ja, Forschungsbedarf
Rückgabe des Sediments aus den Wildbachsperrern	ja!!!!	ja, Hochwasserverträglich?	auch Donau wenn relevant	ja, wenn ökologisch verträglich
Feststoffbewirtschaftungskonzept	ja	ja, Hochwasserverträglich	auch Donau	ja
Spülung	ja, besonders bei Kleinkraftwerken	ja aber HW verträglich		Hängt vom Kraftwerkstyp /Ökolregion/ etc. ab, Forschungs- und Optimierungsbedarf, ja
Verbesserung der Trübestrome durch den Speicherbetrieb	neutral	ja		ja
Verdopplung der Saugbaggerleistung	neutral	neutral	neutral	sehr kritisch, permanente Trübung, auch im Winterhalbjahr
Verbesserung der Fräsköpfe vor Saugeinrichtung	neutral	neutral	neutral	neutral

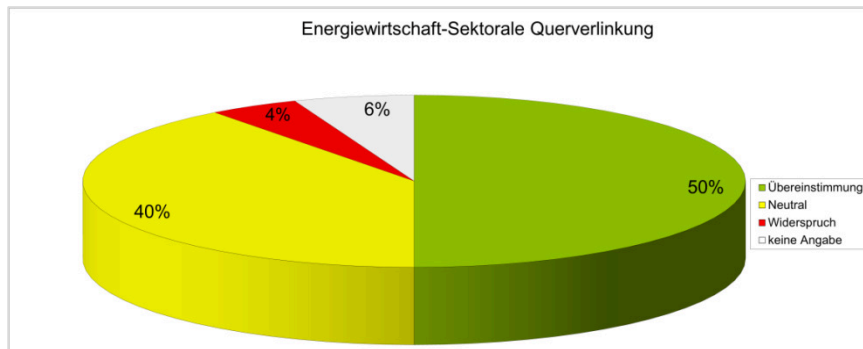


Abbildung 87: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Energiewirtschaft.

11.1.5 SEKTORALE QUERVERLINKUNG ÖKOLOGIE

Im Rahmen der sektoralen Beurteilungen der Ökologie wurde bei 96% des Handlungsbedarfes eine Übereinstimmung bzw. kein Überlappungsbereich festgestellt (Tabelle 17 und Abbildung 88). Nur in einem Punkt (entspricht 2%) hat sich ein Widerspruch zwischen den Sektoren ergeben.

Tabelle 17: Ergebnisse der sektoralen Querverlinkung –Ökologie.

Ökologie	Beurteilungen			
	WLV	Flussbau	Wasserstraße Donau/ Grenzwässer Thaya und March	Energiewirtschaft
Geschiebedurchgängigkeit / Feinsedimentmanagement bei Kraftwerksketten	neutral	ja, aber HWverträglich	Ja, auch bei Donau (longitudinal, lateral, vertikal)	Wo wird Feststoff mobilisiert/zurückgehalten? Wie war es ohne Speicher - Referenzzustände? Wie sieht das künftig aus? Gletscher, Permafrost, ...; Unterscheidung organische und anorganische Einträge; Abhängigkeit von Höhenlage, Geologie, Böden etc....; tech
Auswirkungen von Geschieberückhalt in alpinen Regionen auf Fließgewässer	Ja	ja	Ja, auch bei Donau	ja, aber unter Gesamtsicht; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?
Auswirkungen der reduzierten Geschiebемobilisierung aufgrund von Verbauungen und Regulierungen	Ja	ja	Ja, auch bei Donau	ja, aber integrative Zielsetzungen z.B. Reduktion nicht überall erwünscht
Untersuchung der Auswirkung von granulometrischer Sohlverbesserung auf Fische (Laichhabitats)	neutral	neutral	Ja, bes. Donau östlich von Wien	neutral
Maßnahmen zur Reduktion von Kolmation	neutral	ja, aber HWverträglich	Ja, auch bei Donau	natürliche Kolmation beschreiben, „biologische“ Kolmation, Ursache-Wirkung, Folge von versch. Maßnahmen.....
Maßnahmen zur Wiederherstellung von Laichgebieten/ -substraten	neutral	ja, aber HWverträglich	Ja, auch bei Donau	neutral
Laichplatzverbesserungen an urspr. bekannten Laichhabitats	neutral	ja, aber HWverträglich	Ja, auch bei Donau	Wechselwirkung mit z.B. Schwall, Renaturierung, Kompensation
Sedimentweiterleitung aus WLV Sperren zur Laichplatzbildung	nein	ja, aber HWverträglich	Ja, auch bei Donau	Wechselwirkung mit z.B. Schwall, Renaturierung, Kompensation
Künstliche Verbesserungen von Sedimenten an ehemaligen Laichplätzen – Auflösung von Kolmation	neutral	neutral	Ja, auch bei Donau	Wechselwirkung mit z.B. Schwall, Renaturierung, Kompensation
Feinsedimentmanagement bei Kraftwerksketten	neutral	ja	Ja, auch bei Donau (longitudinal, lateral und vertikal)	ja, aber unter Gesamtsicht; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?
Optimierung der Wehrsteuerung um Ablagerungen in Becken zu verringern, gleichzeitig Verhinderung relevanter Sedimentablagerungen in unterhalb liegenden verbauten Strecke	Ja, vor allem an KWKW	ja		ja, aber unter Gesamtsicht; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?
Geschiebemanagement - Dosiertes Durchschleusen von Geschiebe durch Geschiebesperren WLV Sperren	Ja, mit Vorbehalt z.B. nicht Ziel des automatischen Rückbaus, wo schutztechnisch möglich	ja	Ja, auch bei Donau	ja, aber unter Gesamtsicht; Wie war es ohne Speicher? Wie sieht das künftig aus?

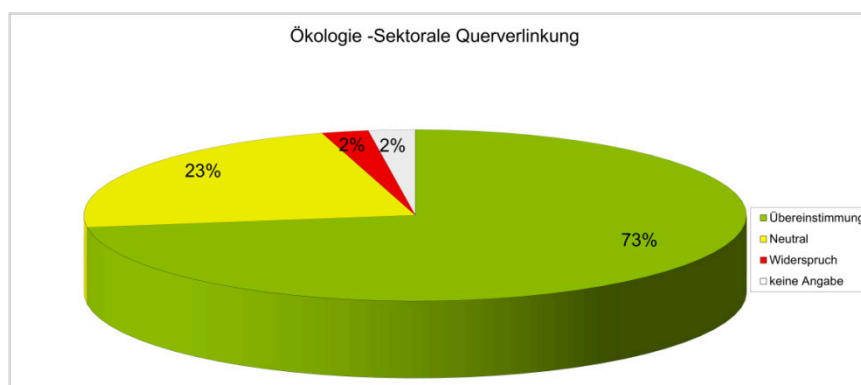


Abbildung 88: Beurteilungsverteilung des Handlungsbedarfes der Ökologie.

11.1.6 SEKTORALE QUERVERLINKUNG GESAMT

In Summe konnte bei rund 88% eine Übereinstimmung bzw. kein Widerspruch des Handlungsbedarfes festgestellt werden (*Abbildung 89*).

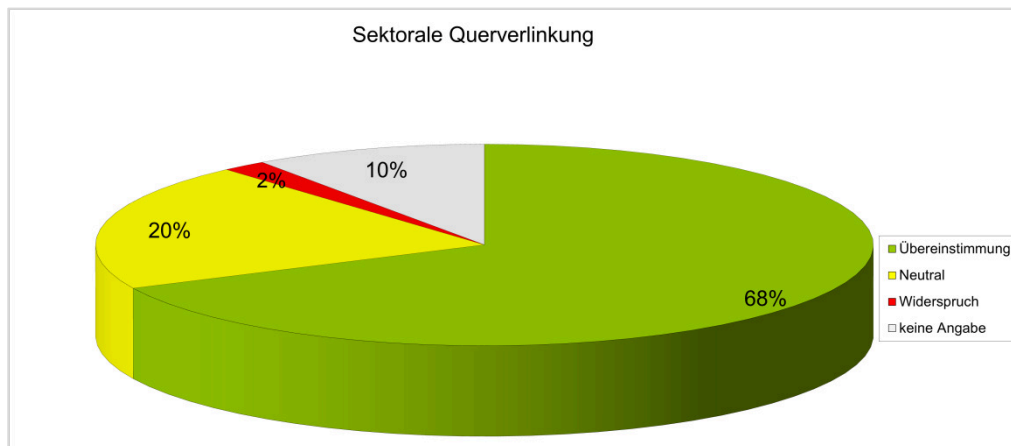


Abbildung 89: Beurteilungsverteilung des gesamten Handlungsbedarfes.

11.2 ZUSAMMENGEFÜHRTER FORSCHUNGSBEDARF

In den folgenden Tabellen (*Tabelle 18* und *Tabelle 19*) sind die Antworten aller Sektoren (Fragebögen, Literatur und ExpertInnenabschätzung) zusammengefasst.

Tabelle 18: Zusammenfassung des Forschungsbedarfes aller Sektoren inklusive der ExpertInnenabschätzung und der Literaturrecherche.

Geschiebe- und Schwebstoffquellen, Transport, Umlagerung, Ablagerung usw. (1)	
Quellen/Transport	<p>Methodenentwicklung zur Erfassung der Sedimentproduktion, -erosion, -transporte und -remobilisierung im Einzugsgebiet</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methodenentwicklung zur Erfassung der Sedimentproduktion, -erosion, -transport, -remobilisierung im Einzugsgebiet, Kaskaden...
	<p>Erfassung der Eintragswege und Massen von Feststoffen in Gewässer in Abhängigkeit von Geologie, Landnutzung, Klima,...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung von Schwebstoffquellen/-mengen und deren Eintragswege in Gewässer • Erfassung der Eintragsquellen von Schwebstoffen – zur Identifizierung der Lage von Maßnahmen • Verfeinerung der allgemeinen Bodenabtragsgleichung • Auswirkung von agrarintensiven Gebieten auf den Feinsedimenteintrag in Gewässer – Maßnahmen zur Minderung von Feinsedimenteinträgen • Woher kommt der Schwebstoff? Eintragspunkte und Massen von Schwebstoffen (wo am besten Maßnahmen zu setzen sind, Sinnhaftigkeit von Absetzbecken,...)
	<p>Entwicklung / Verbesserung von Methoden zur Quantifizierung des Geschiebe- und Schwebstofftransport in Einzugsgebieten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschiebehaushalt: Grundlagenforschung über Bilanzierung von Einzugsgebieten • Quantifizierung des Geschiebe- und Schwebstofftransportes
	<p>Untersuchung natürlicher Prozesse zur Definition von Referenzzuständen für den Feststofftransport z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eintrag und Transport von Material ohne Verbauungen, Sperren, Retentionsbecken, Kraftwerken,... • Schwebstoffkonzentrationen bei Hochwässern • Erfassung natürlicher Prozesse/Referenzzustände: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aufnahme der Einträge von Feststoffen durch Seitenerosionsprozesse/Uferabbrüche ○ Vergleich Menge der Feststoffeinträge im Vergleich zu „früher“ ○ Bei Restrukturierungsmaßnahmen: Was sind die natürlichen wiederherzustellenden Referenzzustände?
	<p>Untersuchung von Bewegungsbeginn, Transportprozess, Sortierung, Abrieb,...</p> <p>Weitere</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gibt es Umlagerungen von Fein-/Feinstsedimentgeschiebe im Lössbereich • Interaktion zwischen gravitativen Prozessen und Geschiebehaushalt • Auswirkungen von Grundlawinen auf den Feststoffeintrag in Wildbächen
Hydrologische Veränderungen	<p>Untersuchung der Auswirkung Hydrologische Änderungen (z.B. durch Klimaänderung, Kraftwerksbetrieb: Schwall/Sunk, Restwasser,...) auf den Feststoffhaushalt (Eintrag – Transport – Ablagerung – Remobilisierung)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss veränderter Hydrologie z.B. Auswirkung von Restwasser (=> Optimierung von Restwassermengen), Auswirkung von Hochwasserrückhaltebecken etc. • Auswirkungen von Wasserentnahmen auf den Geschiebetransport

Geschiebe- und Schwebstoffquellen, Transport, Umlagerung, Ablagerung usw. (2)

<p>Klimawandel</p>	<p>Erfassung und Quantifizierung der Auswirkungen des Klimawandels</p> <ul style="list-style-type: none"> • z.B. Änderung Niederschlagsmenge und – intensität, Gletscherrückgang - Permafrost, Veränderung der Vegetation,... auf Sedimenthaushalt, Flussmorphologie und Hochwasserabflüsse <p>Quantifizierung des Erosionspotentials in den Einzugsgebieten von Kraftwerken, unter Berücksichtigung des Klimawandels und der Vegetationsdynamik, und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Speicherverlandung.</p> <p>Untersuchung der Auswirkung von Landnutzungs- und Bewirtschaftungsänderungen (z.B. vermehrter Maisanbau in steileren Lagen) auf den Sedimenthaushalt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen Klimawandel auf Sedimenthaushalt, Flussmorphologie und HQ-Abflüsse (z.B. Gletscherrückgang) • Auswirkung des Rückgangs der Gletscher und des Permafrosts auf den Geschiebehaushalt • Auswirkung möglicher Änderungen von Starkniederschlägen auf den Feststoffhaushalt • Einfluss von Klimawandel und Landnutzungsänderungen auf gesetzte und geplante Maßnahmen • Quantifizierung des Erosionspotentials in den Einzugsgebieten von Kraftwerken, unter Berücksichtigung des Klimawandels und der Vegetationsdynamik, und die sich daraus ergebenden Auswirkungen auf die Speicherverlandung • Auswirkungen durch Veränderung der Permafrostgebiete
<p>Feststoffpotential</p>	<p>Ermittlung von Geschiebe- und Schwebstoffpotential für Einzugsgebiete in Abhängigkeit von Geologie, Landnutzung, Klima, etc.</p> <ul style="list-style-type: none"> • realistische Abschätzung des Geschiebepotentials der Seitenzubringer, Auswirkung der Zubringer in verschiedenen Geologien • Ermittlung von Geschiebepotential z.B. in Abhängigkeit der Geologie, der Landnutzung, der Hydrologie,...
<p>Einfluss von Kontinuumsunterbrechungen</p>	<p>Untersuchung des Einflusses von Feststoffunterbrechungen (z.B. Geschiebesperren, Speicher, Kraftwerke,...) auf den Sedimenthaushalt (z.B. Geschiebepotentiale,...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung der Auswirkung von verschiedenen Bauwerken (Quer- und Längskontinuum, sowie den vertikalen Austausch) auf das Feststoffkontinuum • Einfluss von Geschiebesperren an Seitenzubringern • Kraftwerksbetrieb an den Seitenzubringern • Geschieberückhalt in alpinen Regionen – Auswirkungen auf Bachläufe & Talflüsse • Einfluss von Kraftwerke auf den Geschiebehaushalt • Untersuchung der Auswirkung von Kraftwerken und deren Betriebsweise auf das Sedimentregime <p>Quantifizierung des Einflusses von selbstleerenden Sperren (Auflösung von Sperren – kontrolliertem natürlichen Verfall) auf den Feststoffhaushalt und die Hochwassersicherheit im Unterlieger / Vorfluter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss der Talsperren / Geschiebesperren - Einfluss auf den Vorfluter bei Auflösung der Sperre • Seitenzubringer Stubenbach Rückhaltebecken (WLV) - Selbstleerung Einfluss auf den Vorfluter und die Hochwassersicherheit • Einfluss Sperrenabtrag / natürlicher Verfall – auf den Vorfluter und die Hochwassersicherheit Verlagerung von Material – Entnahmen im Oberlauf einbringen flussab <p>Untersuchung von Flussregulierungen in Hinblick auf veränderte Geschiebemobilisierung an den Ufern und erhöhte Transportkapazitäten im Gewässer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen der reduzierten Geschiebemobilisierung aufgrund von Bachverbauungen

Geschiebe- und Schwebstoffquellen, Transport, Umlagerung, Ablagerung usw. (3)

<p>Wildholz</p>	<p>Erforschung der Mobilisierung und des Transportprozesses von Wildholz vom Hang in den Vorfluter und im Vorfluter während Hochwasserereignissen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erforschung des Transportprozesses von Wildholz vom Hang ins Bachbett • Analyse der Totholzproblematik – Feststellung ob Flussabschnitt ein „Holzlieferant“ oder ein „Holzsammler“ ist • Erfassung des Verklausungsprozesses und Entschärfung gefährdeter Stellen im Gewässerlauf • Erforschung des Prozesses der Mobilisation und des Transportes von Wildholz während eines Hochwasserereignisses
<p>Wechselwirkung Biotik - Feststoffe</p>	<p>Erfassung des Zusammenhanges Feststoffhaushalt-Sedimenttransport-Flussmorphologie mit biotischen Qualitätselementen z.B. Makrozoobenthos, Fische, Vegetation,...</p> <hr/> <p>Untersuchung der Auswirkung von Substratveränderungen (z.B. Deckschichtbildung, Kolmation, Versandung,...) auf die Laichplatzqualität für Fische und auf den Lebensraum von Makrozoobenthos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkung granulometrischer Sohlverbesserung auf Fische (Laichhabitate) • Auswirkung von Substratveränderungen z.B. Deckschichtbildung: Laichplatzverlust vieler indigener Fischarten <hr/> <p>Untersuchung der Auswirkung von Problemen im Feststoffhaushalt auf verschiedene Arten zur Identifikation von Indikatorarten/Flagship-species</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flagship-species und Indikatorarten für Sedimentprobleme identifizieren <hr/> <p>Erforschung der Einwirkungen von verschiedenen Schwebstoffkonzentrationen in Abhängigkeit der Auftrittszeitpunkte, sowie deren Kornformen auf sensible Fischarten/ -stadien und Makrozoobenthos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trübewerte und ökologische Verträglichkeit: Abgabezeiten? <u>Vergleich</u>: kurzzeitige hohe Belastung versus längere Belastungsdauer mit geringeren Trübewerten • Untersuchung des Einflusses von Schwebstoffen auf sensible Fischarten und -stadien sowie Makrozoobenthos (MZB) • Ermittlung von Grenzwerten für Äsche und andere sensible Arten in Abhängigkeit von Schwebstoffkonzentration, Art der Schwebstoffe (kantiges vs. rundes Material und Expositionsdauer) • Sedimentrückgabe und ökologische Auswirkungen in Schluchtstrecken
<p>Sonstiges</p>	<p>Entwicklung von Up- und Downscaling-Methoden um Effekte/Untersuchungsergebnisse zwischen den verschiedenen räumlichen und zeitlichen Ebenen zu verknüpfen und damit eine Gesamtsicht herzustellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Zusammenhängen → Gesamtsicht: lokale Probleme oft gut untersucht, jedoch keine höhere räumliche und zeitliche Übertragung auf Fließgewässernetze <hr/> <p>Untersuchung der Auswirkung von Retentionsräumen auf die landwirtschaftliche Produktionseignung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen von Retentionsräumen auf die landwirtschaftlichen Produktionseignung <hr/> <p>Erfassung der rheologischen Parameter des Feststoffmaterials im Einzugsgebiet (zur Modellentwicklung)</p>

Feststoffmanagementkonzepte

Einzugsgebiets- bezogene Betrachtung

Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten (Geologie, Physiographie, Klima,...) und der vorhandenen anthropogenen Einwirkungen (z.B. Sperren, Verbauungen, ...)

- Entwicklung einzugsgebietsbezogenes Feststoffmanagementkonzept - Entstehung/Eintrag – Transport/Umlagerung – Rückhalt/Ablagerung => u.a. Feststoffbilanzen
 - Wo im EZG sind Probleme vorhanden?
 - Wo sind welche Maßnahmen am effizientesten zu setzen?
 - Wo kann/muss Material entnommen/eingebracht werden?
- Gesamtes Gewässer Geschiebemanagement - Zusammenarbeit mit WLW
- einzugsgebietsbezogene Betrachtung des Feststoffhaushalts
- Analyse der Sedimentbilanz der gesamten Donau

Entwicklung eines Sedimentmanagementkonzepts für die österreichische Donau – Abschätzung des Sedimentinputs; Evaluierung der Wehrbetriebsordnungen, Entwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung und/oder Schaffung/Verbesserung des Sedimentkontinuums

- Sedimentmanagementkonzept für die österreichische Donau
 - Abschätzung des Sedimentinputs von Donauzubringern, Sedimentbilanz (auch für die gesamte Donau)
 - Evaluierung der Wehrbetriebsordnungen, von umgesetzten Rückbaumaßnahmen
 - Entwicklung eines einzugsgebietsweiten Sedimentmanagementkonzepts
 - Entwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung und/oder Schaffung/Verbesserung des Sedimentkontinuums

Entnahme/Zugabe – Optimierung von Bewirtschaftungen

Optimierung von Wehrbetriebsordnungen zur Verbesserung des Feststofftransportes im Bereich von Kraftwerken und Kraftwerksketten

- Untersuchungen wann große Schwebstofffrachten auftreten und ob diese mit einer Wehrbetriebsordnung in den Griff zu bekommen sind
- Wie kann der Feststofftransport in der Donau räumlich und zeitlich gleichmäßig werden? Kraftwerksmanagement

Entwicklung von technischen Lösungen für den Weitertransport des Geschiebes durch Kraftwerke

- Quantifizierung des Geschiebe- und Schwebstofftransportes auch in Zusammenhang mit Kraftwerksnutzungen
- Wie kann man das Geschiebemanagement bei Kraftwerksketten verbessern?

Entwicklung von technischen Lösungen für den Weitertransport des Geschiebes durch Sperren

- Geschiebemanagement bei Kraftwerken und Wildbachsperren

Entwicklung von Konzepten für die Optimierung/Regulierung der Geschiebemanagementpläne – u.a. Untersuchung wie viel Entnahmen/Zugaben für das Gewässersystem verträglich ist und wo diese am besten durchgeführt werden sollen; Entwicklung eines Monitoringprogrammes; ...

- Erarbeitung von Geschiebemanagementplänen wo sind Zugaben / Entnahmen sinnvoll, Lenkung von Entnahmen,...
- Lenkung und Entnahme nach Bedarf - Monitoringprogramme
- Schotterentnahmen – Wie viel Entnahme ist für das Gewässer noch verträglich um in einem guten Gewässerzustand zu bleiben?
- Regulierung der Geschiebemanagementpläne, wo Entnahmen und wo Zugaben sinnvoll?

Untersuchung und Optimierung Geschiebemanagement am Schwemmkegel

- Geschiebemanagement am Schwemmkegel

Morphodynamik – Biotik

Wechselwirkung Feststoffhaushalt/- transport mit Morphologie und Hochwasser

Verbesserung des Verständnisses für die Wechselwirkungen Feststoffhaushalt – Gewässerstrukturen (z.B. Sohlformen, Schotterbank, Substrat,...) – Morphodynamik – Hydrodynamik - Hochwassermanagement

- Verbesserung des Verständnisses für die Interaktion von Sedimenttransport, Sohlformen, Flussmorphologie, Hydrodynamik und Hochwassermanagement
- Zusammenhang zwischen Geschiebetransport und Schotterbankbildung bzw. Vorhandensein/Fehlen von Gewässerstrukturen
- Auftreten und Bedeutung von Kiesdünen, Deckschichtbildung auf den Geschiebetransport und die Morphodynamik
- Auswirkung von Sohleintiefungen auf die Gefahr von Verwerfungen bei Hochwasser
- Hydraulische und hydrologische Wirkung von Verlandungen von Vorländern / Überflutungsflächen auf den Hochwasserabfluss

Untersuchung des Einflusses von Hochwasser auf den Feststofftransport – z.B. Abflusshysterese, Tiefe des Sedimentaustausches (Bewegliche Sohle)

- Bis zu welcher Sohlentiefe wirken sich Hochwässer aus (Beweglichkeit der Sohle) => wie können diese "mobilen" Sohlbereich messtechnisch erfasst werden?
- Instationarität des Feststofftransports (Hochwasserwellenablauf => Ansteigender vs. Abfallender Ast)

Ermittlung des Längsverlaufes des Bettbildenden Abflusses - vom Wildbach bis zu potamalen Gewässer

- Längsverlauf des Bettbildenden Abflusses (vom Wildbach bis zu potamalen Gewässern)

Ermittlung Trends Sohländerungen für gesamt Österreich, inklusive Monitoringmethoden
Auswirkung auf HQ-Abfluss

- Ermittlung Trends Sohländerungen für gesamt Österreich, inklusive Monitoringmethoden
Auswirkung auf HQ-Abfluss

Vegetation/Wildholz/ Biotik

Untersuchung der Interaktion Vegetation – Hydraulik – Morphodynamik unter Berücksichtigung von Hydrologischen Veränderungen (z.B. Restwasser, Klimawandel,...)

- Wechselwirkung Vegetation (insbesondere Ufervegetation) und morphodynamischen Prozessen im ufernahen Bereich (Sedimentation, Sohl-/Substratstabilisation, Erosion)
- Untersuchung von Renaturierungsprojekten (Aufweitungen) und Ausleitungsstrecken und deren Auswirkungen auf den Geschiebehaushalt infolge geänderter Rauigkeit (Vegetationsentwicklung) in der Strecke selbst als auch flussab
- Auswirkung von Vegetation auf den Sedimenttransport: Rauigkeit / Wasserspiegellage

Untersuchung der optimalen Breiten von Gewässerrandstreifen zum Rückhalt von Schwebstoffen und zur Beschattung der Gewässer

- Abklärung der Mindestbreite von Uferrand- bzw. Pufferstreifen
- Uferrandstreifen, Bewirtschaftungsänderungen (Konturpflügen, konservierende Bodenbearbeitung,...) nicht am Fluss sondern Rückhalt von Maßnahmen im Umland
- Bedeutung der Gewässerrandstreifen – Schaffung von ausreichenden Gehölzsäumen
 - Bedeutung für Beschattung – in bestimmten Gewässerabschnitten Wassertemperaturanstieg größer als Anstieg der Lufttemperatur im Zusammenhang mit dem Klimawandel
 - Schutz vor Feststoffaustragungen aus landwirtschaftlichen Fläche

Auswirkungen der Feststoffzusammensetzung (Ausgangsmaterial/Korngrößenverteilung) auf unterschiedliche Tier- und Pflanzenarten

- Auswirkungen der Feststoffzusammensetzung (Ausgangsmaterial/Korngrößenverteilung) auf unterschiedliche Tier- und Pflanzenarten

Evaluierungen der Wechselwirkung des Feststoffhaushaltes mit Rückbaumaßnahmen

- Evaluierungen der Wechselwirkung mit Rückbaumaßnahmen

Maßnahmen und Bauwerke (1)

Aussagen zum Transport für die Dimensionierung von Maßnahmen

Verbesserung der Abschätzung des Geschiebe- und Schwebstofftransportes zur optimalen Dimensionierung von Maßnahmen

- Erfassung der Auswirkung von Geschieberückhalt an Zubringern und flussauf (z.B. Sperren, Kraftwerke,...) – zur Optimierung von Maßnahmen
- genaue Aussagen zum Geschiebetransport zur Optimierung von künftigen Maßnahmen
- Aussagen bzw. Daten zum Feststofftransport zur besseren Dimensionierung von künftigen Maßnahmen

Entwicklung eines überschaubaren Verfahrens/Werkzeuges mit vertretbarem Aufwand zur Abschätzung, ob im Gewässerabschnitt in der Zukunft ein Risiko der Zielverfehlung besteht

Durchgängigkeit von Feststoffen (1)

Entwicklung von technischen Lösungen für den Weitertransport des Geschiebes durch Wildbachsperren (z.B. Optimierung von Rechen- oder Balkenabständen) in Abhängigkeit der Geologie

- Rückgabe des Sediments aus den Wildbachsperren
- Typen von Geschiebesperren entwickeln, die Geschiebedurchgängigkeit erlauben (Dosierung)
- Geschiebemanagement - dosiertes Durchschleusen von Geschiebe durch Geschiebesperren/WLV Sperren
- Maßnahmen zur Erhaltung und/oder Schaffung/Verbesserung des Sedimentkontinuums
- Entwicklung eines integralen Dosierkonzepts zum schadlosen Durchtransport von Feststoffen
- Geschiebemanagement bei Geschiebesperren und Kraftwerken
- Feststoffdurchgängigkeit von Querbauwerken (z.B. Geschiebesperren, Kraftwerken,...) – Verbesserung in Hinblick auf Feststoffkontinuum
- Optimierung von Filterabständen
- Entwicklung einer Filtersperre mit variablen Filterabständen
- Entwicklung eines Ansatzes für die Ermittlung von Rechen- oder Balkenabständen bei kristallinen bzw. phyllitischen Einzugsgebieten

Entwicklung von technischen Lösungen für den Weitertransport des Geschiebes durch Wehranlagen und Kraftwerke

- durch die Kraftwerke wird der Geschiebehaushalt stark beeinflusst, hier wären weiterführende Untersuchungen erforderlich um Geschiebepotentiale, Problembereiche und geeignete Maßnahmen identifizieren zu können
- Geschiebedurchgängigkeit bei Kraftwerksketten
- Feinsedimentmanagement bei Kraftwerksketten
- Die Auswirkungen verschiedener Konstruktionstypen von Wasserkraftwerken, (z.B. verschiedene Arten von Wehren) auf das Sedimentkontinuum.
- Adaption/Anpassung Wehrbetriebsordnungen in Hinblick ein verbessertes Sedimentmanagement
- Technische Lösungsansätze zur Änderung des Kraftwerksbetriebes für einen verbesserten Geschiebetransport suchen
- Geschiebemanagement von Kraftwerken
- Entwicklung von Querbauwerken mit Feststoffdurchgängigkeit – Anpassung der Wehrbetriebsverordnung
- Maßnahmen zur Erhaltung und/oder Schaffung/Verbesserung des Sedimentkontinuums

Maßnahmen und Bauwerke (2)	
Durchgängigkeit von Feststoffen (2)	<p>Erforschung von Konzepten zur Ermöglichung von natürlichen Retentionsraumpülungen und zur Verminderung der Stauraumverlandung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Konzepts zur Ermöglichung einer natürlichen Retentionsraumpülung • Rückgabe der nicht verwertbaren Feinsedimente direkt ins Unterwasser: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Zurückführung in den natürlichen Kreislauf / natürliche Problembeseitigung • Untersuchung/Entwicklung von Maßnahmen zur Minderung der Stauraumverlandung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Spülung, bauliche Optimierung zum Durchtransport, stoffliche Verwertung der Sedimente -> siehe Energiewirtschaft • Donaugebiet – Wienfluss: Zur Optimierung der Wehrsteuerung um die Ablagerungen in den Becken zu verringern, gleichzeitig aber zu verhindern, dass es zu relevanten Sedimentablagerungen in der unterhalb liegenden verbauten Stadtstrecke kommt
	<p>Untersuchung der Möglichkeiten zur Verbesserung des Feststoffkontinuums an Querbauwerken im Zusammenhang mit anderen flussbaulichen Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Sedimentkontinuums in Kraftwerksketten und im Zusammenhang mit anderen flussbaulichen Eingriffen • Bauwerke: Verbesserung der Querbauwerke im Hinblick auf das Feststoffkontinuum/Feststellung der Auswirkungen und Optimierung • Optimierung des Durchlaufs von Feststoffen durch Querbauwerke
Regulierungsprofil	<p>Untersuchung der optimalen Gerinnebreite für eine Sohle im dynamischen Gleichgewicht (z.B. bei Geschiebedefizit) bzw. in Hinblick auf ein gutes ökologisches Potential</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimale Gerinnebreite/Regulierungsprofil für „ausgeglichene Sohle“ • Optimale Gerinnebreite für ausgeglichene Sohle? • Enges Regulierungsprofil --> dadurch Defizite zu Referenz --> Verbesserungsmöglichkeiten? • Regulierungsprofil bei Geschiebedefizit im Hinblick auf gutes ökologisches Potential
Aufweitung	<p>Entwicklung und Untersuchung von Rahmenbedingungen für eine funktionierende Gewässeraufweitung (z.B. Höhe des erforderlichen Sedimentinputs, Länge, Breite,...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Voraussetzungen / Rahmenbedingungen für eine funktionierende Gewässeraufweitung • Bedeutung / Höhe des erforderlichen Sedimentinputs bei Gewässeraufweitungen • Wie weit muss man ein Gewässer aufweiten, dass es wieder im Gleichgewicht ist? • Erarbeitung eines geeigneten Querschnittsprofils im Gerinne: Tiefe Abflusssrinne in Aufweitungsstrecken um signifikanten Wassertemperaturanstieg in Niedrigwasserperioden zu vermeiden • Erforderliche Länge und Breite von Aufweitungen zur Sohlstabilisierung
Verlandung / Ablagerungen (1)	<p>Entwicklung von Maßnahmen und Managementkonzepten für die Verhinderung der Entkopplung von Auen und Vorflutern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhinderung der Entkopplung der Auen von Vorflutern – Feinsedimentanlagerungen in Auen bei HQs <ul style="list-style-type: none"> ◦ Auswirkungen: Verlust von Retentionsräumen, negative Auswirkungen auf Ökologie ◦ Lösungsansatz: regelmäßige Stauraumpülungen im KW-Oberwasser

Maßnahmen und Bauwerke (3)

Verlandung / Ablagerungen (2)	<p>Untersuchung von Maßnahmen zur Verminderung der Sohlhebung (im Hauptstrom, Nebenarmen und auf Überflutungsflächen) vor allem in hochwassergefährdeten Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verminderung von Schlammablagerungen • Sohlauflandungen: Maßnahmen zur Minimierung – wie kann Wirkung der Maßnahme abgeschätzt werden? • Verlandung Nebenarme / Mäander: Vollintegration / Restrukturierungsmaßnahmen • Maßnahmenentwicklung zur permanenten Erhöhung der Schleppkraft in Querschnittsbeschränkungen (Brücken)
Sohlstabilisierung	<p>Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Sohlstabilisierung vor allem in Hinblick auf die Vermeidung eines Sohldurchschlages</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Sohlstabilisierung und zur Sicherung gegen Sohldurchschlag <ul style="list-style-type: none"> ○ Optimierung GSV in Kombination mit Zugabe, Optimierung von Buhnen, Gewässervernetzung und Uferrückbau • Flussbauliche Maßnahmen zur Vermeidung eines Sohldurchschlages • Aufgelöste Sohlrampen und Buhnen zur Sohlstabilisierung im Unterlauf der Fließgewässer • Aufgelöste Sohlrampen • Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Sohlstabilisierung
Sohleintiefung	<p>Erforschung und Entwicklung von Gewässertypspezifischen Maßnahmen zur Eindämmung und Verhinderung von Sohleintiefung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimierung Sohleintiefung (besonders bei Gefahr von Sohldurchschlag, Fels); Welche Maßnahmen reduzieren Sohleintiefungen? Methoden? Kombinationen von Maßnahmen => Wie kann man eine Abschätzung der Wirkung machen?
Einbringung / Weitertransport von Material in den Vorfluter	<p>Untersuchung von Maßnahmen zum optimalen Weiter-/Abtransport von aus Wildbacheinstößen stammenden Material bzw. wie Material aus Wildbachsperrern wieder schadlos in den Vorfluter eingebracht werden können (Wie viel Material verträgt der Vorfluter)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geschiebetransport im Vorfluter durch Geschiebeeinstöße • Maßnahmen bezgl. Einbringung/Weitertransport von Material aus Wildbächen in den Vorfluter • Geschiebetransport im Vorfluter durch Geschiebeeinstöße durch Wildbäche • Umgang mit Geschiebeentnahmen im Oberlauf - Verlagerung von Material
Renaturierung / Strukturierung / Flussmorphologischer Raumbedarf (1)	<p>Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen und deren Dimensionierungsgrundlagen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse und in Kombination mit Hochwasserschutz und Schifffahrt (Umbau/Modifikation bestehender Buhnen,...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der Nachhaltigkeit von Restrukturierungsmaßnahmen • Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse und in Kombination mit Hochwasserschutz und Schifffahrt (Umbau/Modifikation bestehender Buhnen,...) • Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse <ul style="list-style-type: none"> ○ Analyse der ablaufenden Prozesse ○ Zuordnung und Evaluierung von Maßnahmen in Bezug auf die ablaufenden Prozesse ○ Erstellung eines optimierten Maßnahmenkatalogs • Wie können morphologische Rückbaumaßnahmen in Strecken mit stabiler Sohlage oder Auflandungstendenzen oder Sohleintiefungstendenzen dimensioniert werden? • Renaturierungsmaßnahmen

Maßnahmen und Bauwerke (4)	
Renaturierung / Strukturierung / Flussmorphologischer Raumbedarf (2)	<p>Entwicklung von Strukturierungsmaßnahmen zur Erhöhung der Dynamik/Materialumlagerung und zur Verbesserung der Gewässerstrukturen in Hinblick auf den Referenzzustand</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung von Strukturelementen • Geeignete Strukturelemente und deren Pflege
	<p>Abschätzung möglicher Gerinneverbreiterungen und deren Größe bei Extremhochwasser, Verfahren zur Definition des flussmorphologischen Raumbedarfs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschätzung möglicher Gerinneverbreiterungen und deren Größe bei Extremhochwasser, Verfahren zur Definition des flussmorphologischen Raumbedarfs
	<p>Entwicklung und Optimierung von Maßnahmen, Anbaumethoden usw. die den Materialrückhalt in landwirtschaftlichen Flächen fördern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erosionsschutzmaßnahmen: → Reihenkulturanbau, Wasserrückhaltung in der Landschaft, Humussteigerung etc. • Grundlagenforschung - Beeinflussmöglichkeiten: Bodenbearbeitungstechniken, Nutzung der Ernterückstände, Bedeckungsmaßnahmen durch Zwischenfrüchte etc. • Auswirkung von agrarintensiven Gebieten auf den Feinsedimenteintrag in Gewässer – Maßnahmen zur Minderung von Feinsedimenteinträgen
Gezielte Ablagerung / Sedimentation	<p>Untersuchung von Maßnahmen für gezielte Ablagerungen/Sedimentation von Feststoffen – zur Vereinfachung von Räumungen (Gestaltungsmöglichkeiten, Lage, Funktion,...) z.B. von Rückhaltebecken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sinnhaftigkeit von Sedimentfallen vor Überströmbereichen? Veränderung der Rauigkeit zur gezielten Sedimentation? • Woher kommt der Schwebstoff? Eintragspunkte und Massen von Schwebstoffen (wo am besten Maßnahmen zu setzen sind, Sinnhaftigkeit von Absetzbecken,...) • Maßnahmen für gezielte Ablagerungen/Sedimentation von Feststoffen – zur Vereinfachung von Räumungen (Gestaltungsmöglichkeiten, Lage, Funktion,...) z.B. von Rückhaltebecken
Ufersicherung	<p>Entwicklung von Methoden zur Festlegung des Bedarfs, der Örtlichkeit und Dimension von Ufersicherungen in Wechselwirkung mit dem Feststofftransport</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renaturierung sinnvoll wenn Uferstrukturen eingesandet werden? Welche Strukturen sind sinnvoll? Verringerung Räumungsbedarf? • Methoden zur Festlegung des Bedarfs, der Örtlichkeit und Dimension von Ufersicherungen in Wechselwirkung mit dem Geschiebetransport
Räumgut	<p>Maßnahmenentwicklung zur Nutzung von Ablagerungsmaterial aus Geschiebesperren, Retentionsräumen,... z.B. die Wiedereinbringung in das Gerinne</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmenentwicklung zur Nutzung des retentierten Geschiebes • Wiedereinbringung/Verwertung/Entsorgung von Räumgut
Schwall / Sunk / Trübe	<p>Entwicklung von gewässertypspezifischen Maßnahmen zur Reduktion von Schwall/Sunk Auswirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss des Schwall / Sunks auf den Geschiebehaushalt/Geschiebetransport <p>Untersuchung der Wechselwirkungen zwischen Schwall – Trübe - Kolmation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wechselwirkungen Schwall – Trübe – Kolmation
Laichgebiet	<p>Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung/Wiederherstellung von Laichgebieten/-substraten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßnahmen zur Wiederherstellung von Laichgebieten/ -substraten • Laichplatzverbesserungen an urspr. bekannten Laichhabitaten • Sedimentweiterleitung aus WLW Sperren zur Laichplatzbildung • Künstliche Verbesserungen von Sedimenten an ehemaligen Laichplätzen – Auflösung Kolmatierung

Maßnahmen und Bauwerke (5)

Fahrrinnenparameter

Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Fahrrinnenparameter

Untersuchung der Auswirkung von flussbaulichen Maßnahmen auf die Fahrrinnenparameter (z.B. Uferrückbau, Buhnen,...)

- Verbesserung und nachhaltige Sicherung der Fahrrinnenparameter
 - Optimierung der Niederwasserregulierung (u.a. Maßnahmen zur Verbesserung Fahrwassertiefen in der Schifffahrtsrinne), Einbeziehung der River Information Services
 - Untersuchung der Auswirkung von Gewässervernetzung und Uferrückbau auf die Fahrwasserverhältnisse
 - Maßnahmen unter Berücksichtigung von Änderungen auf Wassertiefen, Strömungsgeschwindigkeiten (z.B. Auswirkung Treibstoff), Sohldynamik, Sedimenttransport (z.B. Schäden an Propellern), usw.
- Maßnahmen zur Verbesserung und nachhaltigen Sicherung der Fahrrinnenparameter
- Schaffung von ausreichenden Fahrwassertiefen:
 - Optimierung des Baggermanagements
 - Flussbauliche Maßnahmen → ganzjähriger Schifffahrtsbetrieb: „Flussbauliches Gesamtprojekt“ bzw. Weiterentwicklung

Kraftwerksbetrieb (1)

Untersuchung der Auswirkung des Kraftwerksbetriebs auf das Abfluss- und Sedimentregime

- Betriebsregeln von Kraftwerken und deren Auswirkungen auf Abfluss- und Sedimentregime

Detaillierte Untersuchung bestehender und neu geplanter Stauseen, inklusive geeigneter Maßnahmen der Sedimentbewirtschaftung.

- Detaillierte Untersuchung bestehender und neu geplanter Stauseen, inklusive geeigneter Maßnahmen der Sedimentbewirtschaftung

Weiterentwicklung von Saugbaggersystemen und technische Optimierung von Turbinen z.B. Pelton turbine zur Weitergabe von Sedimenten

- Neues Feststoffbewirtschaftungskonzept:
 - Verdopplung der Saugbaggerleistungen
 - Verbesserung Fräsköpfe vor Saugeinrichtung
- Konstruktion der Saugbaggeranlage im Hinblick auf präzise Einhaltung des Entnahmehorizonts
- Umstellung auf Saugbaggersystem:
 - Über Triebwasserführung direkte Zurückgabe des Feinsediments in den Vorfluter. Außerhalb der genehmigten Rückgabezeiten, d.h. von Oktober bis März und, wenn die Vorbelastung in Vorfluter Trübewerte unter 50 mg/Liter anzeigt, wird das grobkörnigere Material über Hydrozyklone aufbereitet und die Sandfraktionen einer Wiederverwertung zugeführt.
 - Evaluierung zuverlässiger Materialentnahmemengen aus Trübung des Saugbagger-gemisches. → eingesetzte Trübesonden liefern zu ungenaue Werte
- Verhalten von Hochdruckanlagen (Pelton turbinen) bei Sedimentzugabe im Triebwasser

Entwicklung von Maßnahmen zum Durch- und Weitertransport von Material aus dem Speicher

- Beigabe des Sediments in Triebwasser für nachhaltige Feststoffbewirtschaftung

Untersuchung und Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion von Kolmation

- Maßnahmen zur Reduktion von Kolmatierungseffekten

Maßnahmen und Bauwerke (6)	
Kraftwerksbetrieb (2)	<p>Untersuchungen zur Optimierung von Stauraumspülungen – z.B. jährliche Spülungen mit 10-jährlichen Spülungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spülung: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mindestens jährliche Spülungsintervalle als wirksames Instrument gegen Stauraumverlandung. ○ Vergleich jährliche Spülung mit 10-jährlicher Spülung: => kurzzeitige und langfristige Betrachtung ○ Modellierung des Spülvorganges ○ Verbesserung der Trübeströme durch den Speicherbetrieb
Sonstige	<ul style="list-style-type: none"> • Überarbeitung von Bauwerkdesigns zur Verbesserung der Standsicherheit • Maßnahmenentwicklung zur Reduktion von Steinschlaggefährdung die durch eine instabile Ablagerung von Felsblöcken nach Hochwasserereignissen entsteht • Intensivierung der Forschung von naturnahen Verbauungsmaßnahmen, da sie den geringsten Widerstand gegenüber Strömungsangriffen aufweisen
Messverfahren	
	<p>Weiterentwicklung von Messverfahren zur Erfassung des Geschiebe- und Schwebstofftransportes z.B. während Hochwässern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung von Geschiebe- und Schwebstoffmesssystemen • Messverfahren für Geschiebetransportmenge (Detailierung der Angaben des Berichts Zarn) während Ereignis • Wie kann Geschiebetransport während einem Ereignis einfach gemessen werden? => als Grundlage für Planungen • Geschiebetrieb • Messungen von Geschiebetransportmengen während Ereignissen
	<p>Entwicklung von automatisierten Monitoring Methoden zur Erfassung des Feststoffhaushaltes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung der Messverfahren zum automatisierten Monitoring des Feststofftransportes
	<p>Erfassung und Weiterentwicklung von Messmethoden zur Erfassung bis zu welcher Tiefe sich die Sohle bei einem Hochwasser bewegt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bis zu welcher Sohlentiefe wirken sich Hochwässer aus (Beweglichkeit der Sohle)? => wie können diese "mobilen" Sohlbereich messtechnisch erfasst werden?
Modellierung (1)	
	<p>Entwicklung und Verbesserung von Formelansätzen zur Berechnung des Geschiebetransports</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung von Formelansätzen zur Berechnung des Feststofftransportes
	<p>Weiterentwicklung von numerischen Sedimenttransportmodellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung der numerischen Sedimenttransportmodelle • Modellierung von Geschiebetransport • 3-dimensionale Strömungssimulation im Nahbereich von Bauwerken wie Brückenpfeilern und Ufersicherungen um mögliche Auskolkungen rechtzeitig zu erkennen. • Modellierung der Schubspannung aus den Szenarien „Basisabfluss“ und „geschiebebelastetes Hochwasser“ und auf diesen Erkenntnissen basierende Maßnahmenentwicklung • Modelle bilden Schwebstoff- und Geschiebetransport nicht ausreichend ab, insbesondere bei stark fraktionierten Sedimentablagerung im Längsverlauf der Stauräume

Modellierung (2)	
	<p>Weiterentwicklung von Modellen zur Simulation der Mobilisierung von Sedimenten in Stauräumen, insbesondere kohäsive Sedimente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobilisierung von Schwebstoffen/Geschiebe in Rückhalteräumen während Hochwasser – vgl. der Frachten mit „natürlichen Systemen“ • Remobilisierung, speziell nach längeren Konsolidierungsphasen und bei kohäsiven Sedimenten • Sedimenttransport bei kohäsiven Material (z.B. in Stauräumen) – Formelanpassungen
	<p>Entwicklung eines Modells zur Abschätzung des daraus entstehenden Wildholzpotentials anhand der vorherrschenden Bestockung eines Einzugsgebietes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Modells zur Abschätzung des daraus entstehenden Wildholzpotentials anhand der vorherrschenden Bestockung eines Einzugsgebietes

Tabelle 19: Zusammenfassung des Managementbedarfes und der rechtlichen Belange aller Sektoren inklusive der ExpertInnenabschätzung und der Literaturrecherche.

Managementbedarf (1)	
Allgemein (1)	<p>Bewusstseinsbildung der Koppelung Feststoffe - Ökologie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewusstseinsbildung der Kopplung Feststoffhaushalt – Ökologie • Öffentlichkeitsarbeit: offensiv im Bereich des HQ-Schutzes – Anrainer flussauf sollen bei Bedarf Einschränkungen für die Unterlieger auferlegt bekommen können =>Umsetzbar ist nur was auch mitgetragen wird
	<p>Mitbehandlung von Feststoffen (z.B. Sohllagenänderung, Feststofftransport,...) bei Hochwasserrisikoabschätzungen und bei der Entwicklung von Gewässermanagementkonzepten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mitbehandlung von Feststofftransport bei Hochwasseruntersuchungen • Sohllagenänderung: Berücksichtigung während Hochwasserereignissen – Konsequenzen für Spiegellage / Szenariorechnungen und Simulationsmodelle
	<p>Intensivierung von Modellversuchen und Modellierungen vor Maßnahmenbau</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensivierung von Modellversuchen und Modellierungen vor Maßnahmenbau
	<p>Erstellung von Feststoffmanagementplänen für Flusseinzugsgebiete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Feststoffmanagement für das Gesamte Gewässer (von Einzugsgebiet – WLW – BWV – Bundeswasserstraße; KW-Betreiber => Kraftwerksmanagement,...)
	<p>Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen z.B. Renaturierungen, Wehrbetriebsordnungen,...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergleich/Evaluierung von Anlagen/Stauräumen/Wehrbetriebsordnungen im Hinblick auf <ul style="list-style-type: none"> ○ Funktionierende Weiterleitung von Sedimenten ○ Hochwassergefährdung im Rückstaubereich ○ Austrag von Sedimenten in natürlichen Überflutungsräumen - Minderung der Abflusskapazität • Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen
	<p>Optimierung des Instandhaltungsaufwandes (finanziell und zeitlich) - z.B. Änderung von Räumkonzepten, Adaption von Pflegemaßnahmen, usw.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung/Minimierung des laufenden Instandhaltungsaufwandes (z.B. Räumungen, Schlägerungen,...) • Optimierung des laufenden Instandhaltungsaufwandes (Räumungen, Schlägerungen) • Optimierung der Pflege von Strukturierungsmaßnahmen • Änderung in der Bewirtschaftung: grobes Saatbett, Kleinretentionsmaßnahmen etc. • Nachhaltige Waldbewirtschaftung, in Verbindung mit der Schaffung ausreichender Rückhalteräume

Managementbedarf (2)	
Allgemein (2)	<p>Optimierung der Wildholzbewirtschaftung und Evaluierung verschiedener Wildholzmanagementmaßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Wildholzbewirtschaftung • Ökonomische Untersuchung der verursachten Schäden und Evaluierung verschiedener Managementmaßnahmen im Zusammenhang mit Wildholz
	<p>Überprüfung des baulichen Zustands von Schutzbauten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung der baulichen Zustände der Schutzbauten
Messungen	<p>Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung von durchgeführten Messungen (Profile, Feststoffmessungen, Hoch- und Niederwasserspiegelaufnahmen,...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung einer Datenbank zur Erfassung von durchgeführten Messungen an Gewässern
	<p>Etablierung eines Messprogrammes nach Hochwasserereignissen – Laserscanbefliegungen, Luftbildaufnahmen,...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messmethoden bei HQ-Ereignissen etablieren: <ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Laserscanbefliegungen für Aufnahme von Sedimentablagerungen als Beweissicherung ○ Zuständigkeit/Finanzierung? ○ Welche Messungen sind zusätzlich nötig um HQ-Ereignisse besser analysieren zu können?
Messstellenauf/-ausbau (1)	<p>Ausbau des Hydrographie Messnetzes und Erweiterung der Stationen um weitere Parameter z.B. kontinuierliche Fließgeschwindigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhaltung und Erweiterung Hydrographiemessnetz • Ausbau von Messstationen nicht nur Pegel sondern auch kontinuierliche Fließgeschwindigkeiten • Ausbau der Messstellen des Hydrographischen Dienstes • Installation kontinuierlicher Fließgeschwindigkeitsmessungen bei Pegelstellen
	<p>Aufbau eine Querprofilmessnetzes in Abhängigkeit der Gewässergröße und zusätzliche Profile in Strecken mit bekannten Problemen – dient der Erfassung von Sohlhöhenänderungen</p> <p>Profilaufnahmen/Querprofilmessungen (12)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßig (zeitlich und räumlich), Häufiger, 1 x jährlich <p>Profilaufnahmen in Problembereichen (3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Profilmessungen in Problembereichen • Profilvermessung an kritischen Stellen (z.B. tendenzielle Anlandungsbereiche in hochwassergefährdeten Siedlungen) • Kontrollmessungen von Querschnitten in signifikanten Bereichen (für Hochwasserrisikomanagement) • Zeitlich und räumlich regelmäßige Querprofilaufnahmen – mit Verdichtungen der Aufnahmen in Problembereichen • Ermittlung Trends Sohländerungen für gesamt Österreich, inklusive Monitoringmethoden Auswirkung auf HQ-Abfluss
	<p>Erweiterung des Feststoffmessstellennetzes mit zusätzlichen Schwebstoff- und Geschiebemesstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau von zusätzlichen Geschiebe- und Schwebstoffmessstellen • Installation von Geschiebemesstellen an repräsentativen Gewässern für unterschiedliche geologische Bereiche / Einzugsgebiete • geschiebetechnische Untersuchungen • Messnetzverdichtung (Menge/Verteilung) im Hinblick auf Schwebstoffe in gesamt Österreich => Schwebstoffmonitoring • Regelmäßige Schwebstoffmessungen • Schwebstoffmonitoring vor allem an Seitenbächen

Managementbedarf (3)	
Messstellenauf-/ - ausbau (2)	<p>Schaffung zusätzlicher Finanzierungsmöglichkeiten für den Ausbau und den Betrieb der Messstellen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Voraussetzung für Messstellenausbau => Finanzierung der zusätzlichen Aufwände • Finanzierung von regelmäßigen Schwebstoffmessungen • Klärung der Finanzierbarkeit eines flächendeckenden Monitoring-Programms
Rechtliche Belange	
	<p>Mögliche Änderungen im Abfallwirtschaftsgesetz zur Ermöglichung der Wiedereinbringung von Räumgut (z.B. aus Wildbachsperrern) in den Vorfluter</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiedereinbringung/Verwertung/Entsorgung von Räumgut/Feststoffen • Deponierung Räumgut - tw. Sondermüll Entsorgung ein Problem • Verwertung bzw. Verbringung von Anlandungsmaterial <hr/> <p>Untersuchung der Möglichkeiten der Grundbereitstellung bzw. des Erwerbs für morphologische Maßnahmen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundbereitstellung für morphologische Maßnahmen durchsetzbar machen • Grunderwerb für die morphologische Maßnahmen/Verbesserungen Umsetzung der EU WRRL => siehe dazu Maßnahmenkonzept • Grunderwerb (u.a. Finanzierung) für noch nicht geplante Maßnahmen <hr/> <p>Abklärung der Möglichkeiten der Eingriffe in private Verhältnisse /Rechte Dritter im Rahmen des Gewässerschutzes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wie weit kann das Öffentliche Interesse am Gewässerschutz in private Verhältnisse eingreifen? • Umsetzbarkeit: Wie weit kann das öffentliche Interesse am Gewässerschutz in private Verhältnisse eingreifen? • Grundbereitstellung für Maßnahmen im öffentlichen Interesse durchsetzbar machen <hr/> <p>Rechtliche Klärung der Nutzung von Überströmstrecken</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtliche Klärung der Nutzung des Hinterlandes bei Überströmstrecken (Wann sind Entschädigungen zu entrichten?..) <hr/> <p>Klärung ab wann die Verpflichtung zur Räumung gegeben ist</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ab wann ist die Verpflichtung zur Räumung gegeben? <hr/> <p>Rechtliche Klärung, ob und wann ein Ausleitungsberechtigter einen Beitrag zur Geschiebewartung (Räumung,...) in der Ausleitungsstrecke leisten muss</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtliche Verpflichtung des Ausleitungsberechtigten zum Beitrag zur Geschiebewartung

11.3 ÖWAV ARTIKEL

SED_AT – Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans

Helmut Habersack · Bernadette Blamauer · Holger Villwock · David Prenner · Christoph Hauer

© Springer-Verlag Wien 2014

Zusammenfassung Im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan wurde an mehr als 50% der untersuchten Gewässer ein Risiko der Zielverfehlung des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials bis 2015 festgestellt, das hauptsächlich durch hydromorphologische Belastungen zustande kommt. Diese Belastungen stehen im engen Zusammenhang mit Problemen, die durch Veränderungen im Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie auftreten.

Im Rahmen des Projektes SED_AT wurden die bestehenden Probleme in diesen Bereichen mithilfe von Stakeholderbefragungen, durch Literaturrecherche und ExpertInnenabschätzung erfasst und daraus der zukünftige Handlungsbedarf (Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange) abgeleitet.

Es konnte gezeigt werden, dass in jedem der gewässerrelevanten Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) Veränderungen im Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie Probleme verursachen und dass Handlungsbedarf in Richtung verbessertes Sedimentmanagement sowie Erstellung von einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepten, aber auch in Hinblick auf die Entwicklung von Maßnahmen zur Optimierung von Bauwerken z.B. betreffend Sedimentkonti-

num gegeben ist. Die Erhebung ergab, dass bei gemeinsamer Bearbeitung der Probleme bzw. des Handlungsbedarfes (in mehr als 88% der gegenseitigen Beurteilungen wurden Übereinstimmungen erzielt bzw. bestehen keine Konflikte) Synergien für die betroffenen Sektoren entstehen können.

In diesem Beitrag werden das Projekt SED_AT und die Ergebnisse der Problemerkhebung innerhalb der einzelnen Sektoren sowie der integrative Handlungsbedarf vorgestellt.

SED_AT: sediment regime, sediment transport and river morphology in the context of the National River Basin Management Plan

Abstract According to the National River Basin Management Plan, more than 50% of the rivers investigated are at risk of failing to attain a good ecological status or good ecological potential by 2015, mainly due to hydromorphological impacts. These impacts are closely connected to problems resulting from changes in the sediment regime, sediment transport and river morphology.

Within the scope of the SED_AT project, existing problems within this context were evaluated by means of stakeholder surveys, a literature review and expert assessments. In turn, the results were used to derive and define the future steps that need to be taken (in terms of research, management, and legal concerns).

The project findings clearly show that within each of the sectors considered (Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, river engineering, ecology, hydropower, waterways, and agriculture) changes in the sediment regime, sediment transport and river morphology are causing problems, and that there is a need for action with regard to improved sediment management, e.g. the development of catchment-specific sediment management concepts, but also con-

cerning the optimization of structures relevant to sediment continuity. The data gathered also indicates that working together to address these challenges (more than 88% of the mutual needs analyses resulted in either agreement or no conflicts) can produce meaningful synergies for all sectors.

This paper outlines the SED_AT project and presents its key findings, both with regard to the problem assessments for the respective sectors and to the need for integrative, concerted action.

1. Einleitung

Laut EU-WRRL (Richtlinie 2000/60/EG 2000) ist eine weitere Verschlechterung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme zu vermeiden und eine Verbesserung mit dem Ziel der Erreichung des guten Zustands bzw. des guten ökologischen Potenzials bis 2015 anzustreben. Im Rahmen der Erhebungen zum NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010) wurde das Risiko der Zielverfehlung mit erhoben, und es zeigte sich, dass an mehr als 50% der untersuchten Wasserkörper ein Risiko besteht, den guten Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial zu verfehlen. Wesentliche Ursachen für die Zielverfehlung sind in den hydromorphologischen Belastungen zu finden, denen u. a. eine stark modifizierte Gewässermorphologie (z.B. Regulierungen, Quer- und Längsbauwerke etc.) zugrunde liegt (Habersack 2009).

In der EU-WRRL ist die Bewertung bzw. das Monitoring anhand rein biologischer Parameter festgelegt, wodurch langfristige negative Entwicklungen, wie z.B. Sohlveränderungen und deren Auswirkung auf die Gewässerstrukturen und in weiterer Folge biotische Qualitätskomponenten (vgl. Hauer 2013), erst sehr spät – wenn kein guter Zustand mehr vorhanden ist – oder zu spät – wenn die Veränderungen irreversibel sind – festgestellt werden. Diese späten oder zu späten Erkenntnisse über den Zustand des Wasserkörpers füh-

Univ.-Prof. DI Dr. H. Habersack (✉) ·
DI B. Blamauer · H. Villwock · D. Prenner ·
Priv.-Doz. DI Dr. C. Hauer
Department für Wasser – Atmosphäre –
Umwelt, Institut für Wasserwirtschaft,
Hydrologie und konstruktiven Wasserbau,
Christian Doppler Labor für Innovative
Methoden in Fließgewässermonitoring,
Modellierung und Flussbau, Universität für
Bodenkultur Wien,
Muthgasse 107,
1190 Wien, Österreich
E-Mail: helmut.habersack@boku.ac.at

ren oft zu einem Maßnahmeninsatz, der wesentlich tiefgreifender und kostenintensiver ist als bei rechtzeitiger bzw. frühzeitiger Erkennung des Problems, und bei dem die Variantenauswahl stark verringert ist. Naturnahe Sanierungsmaßnahmen scheiden dann häufig aus und rein technische Maßnahmen sind erforderlich.

Neben den Auswirkungen auf die Ökologie und somit die Beurteilung des ökologischen Zustandes sind auch die Einflüsse einer morphologischen Veränderung auf die Hochwassersicherheit zu beachten (vgl. Habersack et al. 2004). So besteht bei Sohleintiefung die Gefahr der Unterspülung von Uferbauwerken und in weiterer Folge die Gefahr von Bachausbrüchen und Verwerfungen. Der Feststoffhaushalt und das Sedimentkontinuum in Zusammenhang mit der Hydrologie sind die Grundlage der Flussmorphologie und damit der Strukturen im Gewässer (Anmerkung: Die Durchgängigkeit von Sedimenten ist im Anhang V der EU-WRRL (Richtlinie 2000/60/EG 2000) unter der „Normativen Begriffsbestimmung zur Einstufung des ökologischen Zustandes“ im Rahmen der Hydromorphologischen Qualitätskomponenten, bei der Begriffsbestimmung des „Sehr guten Zustandes“ dezidiert angeführt). Dadurch sind der Feststoffhaushalt und die Flussmorphologie auch als die Haupteinflussfaktoren für eine nachhaltige Entwicklung und Funktion von gesetzten Maßnahmen, wie z.B. Renaturierungen und Aufweitungen, zu sehen (Habersack et al. 2013).

Um einerseits das zu späte Erkennen von negativen Entwicklungen (z.B. Sohleintiefung) zu vermeiden und um andererseits bestmögliche, nachhaltige Maßnahmen setzen bzw. diese entwickeln zu können, ist eine Ist-Zustandsanalyse gekoppelt mit langfristigen Monitoringprogrammen im Bereich des Feststoffhaushaltes, Sedimenttransportes und der Flussmorphologie unumgänglich. Neben der Erhebung der Defizite/Probleme ist auch das Verständnis bzw. die Erforschung der Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge notwendig. In beiden Bereichen sind derzeit große Defizite vorhanden (Habersack 2009).

Durch die daraus gewonnenen Ergebnisse bzw. Erkenntnisse sind in weiterer Folge funktionierende Maßnahmen und/oder Bündel von Maßnahmen zu entwickeln. Weiters sind Planungskriterien notwendig, welche einerseits die Verbesserung des Sedimentkontinuums ermöglichen und andererseits verschiedene Nutzungen (z.B. Wasserkraft, Schifffahrt etc.) zulassen, aber auch den Schutz vor Naturgefahren gewährleisten müssen.

Daraus ergibt sich ein signifikanter Forschungsbedarf in Hinblick auf die Methodik der IST-Zustandsanalyse, die Untersuchung von Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen und die Maßnahmenentwicklung sowie deren Optimierung, der aufgrund der entscheidenden Bedeutung des Feststoffhaushaltes und der Flussmorphologie für den ökologischen Zustand eine hohe Dringlichkeit aufweist (Habersack 2009) und deshalb möglichst bald umgesetzt werden sollte.

Im NGP 2009 (BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010, Kapitel 6.4.7.5, Seite 155) wurde festgehalten, dass „in Bezug auf den Feststoffhaushalt bzw. die Feststoffdurchgängigkeit, laufende und neue Forschungsarbeiten zu diesem Themenbereich gemeinsam mit den betroffenen Stakeholdern in Bezug auf die Wechselbeziehungen zwischen Feststoffhaushalt und Gewässerökologie zu intensivieren und zu ergänzen“ sind. Das vom BMLFUW (Abteilung VII/I, Nationale Wasserwirtschaft) beauftragte Projekt „SED_AT - Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie im Rahmen des Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplans“ soll hierzu einen Teil beitragen, indem es neben der Bewusstseinsbildung, dass sich Veränderungen im Feststoffhaushalt und der Flussmorphologie auf die betroffenen Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) auswirken, auch österreichweit die Probleme in diesen Bereichen erfasst und beschreibt. Das Projekt stellt weiters die Grundlage für ein Kapitel im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 dar, wo der Handlungsbedarf in Hinblick auf die oben beschriebenen Themenbereiche erarbeitet und definiert werden soll.

Im Folgenden werden das Projekt und einige Teilergebnisse vorgestellt.

2. Projekt SED_AT

2.1. Ziele

Das Projekt SED_AT wurde im November 2012 von der Abteilung VII/I (Nationale Wasserwirtschaft) des BMLFUW in Auftrag gegeben und verfolgt folgende Ziele: i) eine österreichweite Erfassung und Analyse von Problemen im Bereich des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie; ii) Erhebung des sich daraus ableitenden Handlungsbedarfs in Hinblick auf Maßnahmen zur Zielerreichung des guten ökologischen Zustandes; iii) Erstel-

lung eines akkordierten Umsetzungsprogramms (in Abstimmung mit den betroffenen Stakeholdern sowie den Ministerien); und iv) Bewusstseinsbildung, z.B. dafür, dass anthropogene Veränderungen des Feststoffhaushaltes, des Sedimenttransportes und der Flussmorphologie sich auf verschiedenste Weise in den betroffenen Sektoren (Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV), Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Wasserstraßen und Landwirtschaft) auswirken, dort zu Problemen führen können und daher nicht zu vernachlässigen sind.

Zur Erreichung der Ziele ist eine enge Zusammenarbeit mit den betroffenen Stakeholdern von großer Bedeutung. Daher wurde das Projekt im Rahmen eines Kick-off-Workshops VertreterInnen aller Sektoren, zweier Ministerien (BMLFUW und BMVIT), und ExpertInnen aus der Wissenschaft vorgestellt und danach auf Bundesebene in jedem Sektor präsentiert. Nachfolgend fand eine umfassende Beteiligung auf Bundes-, Landes- und ExpertInnenebene in zahlreichen Besprechungen statt.

2.2. Methodik

Die Bearbeitung des Projektes erfolgte in vier Schritten: I) Durchführung einer Basiserhebung; II) Datenerhebung und Auswertung basierend auf zwei Säulen (Befragungen und Literatur bzw. ExpertInnenabschätzung) sowie deren Zusammenführung; III) Ableitung des Integrativen Handlungsbedarfs und IV) Erstellung eines akkordierten Programms für SED_AT Phase II (Abb. 1).

Im Rahmen der **Basiserhebung** wurden die Grundlagen betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie zusammengetragen, die betroffenen Stakeholder (Wildbach- und Lawinenverbauung, Flussbau, Ökologie, Energiewirtschaft, Schifffahrt bzw. Wasserstraßen), im Weiteren als „Sektoren“ bezeichnet, erhoben und die Wechselwirkungen der Sektoren und deren Eingriffe in den Themenbereich beschrieben. Dieser Schritt stellte auch die Basis für die Entwicklung der sektoralen Fragebögen dar.

Die Kerntätigkeiten des **zweiten Schrittes** waren die Datenerhebung und -auswertung. Wie in den Zielen erwähnt wurde, soll im Rahmen des Projektes erhoben werden, ob Probleme mit dem Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie in den einzelnen Sektoren vorliegen, welche Auswirkungen diese haben und ob es bereits



Abb. 1 Einteilung der Bearbeitung in vier Schritte: I. Basiserhebung, II. Datenerfassung und Auswertung, III. Ableitung des Integrativen Handlungsbedarfes, und IV. Erstellung des akkordierten Programmes für SED_AT Phase II

Lösungen gibt bzw. wo noch Handlungsbedarf (umfasst Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange), v. a. in Hinblick auf zukünftige Maßnahmen gesehen wird.

Um ein möglichst reales Bild der Probleme zu bekommen und die Meinung der Betroffenen/Akteure miteinzubeziehen, wurden zwei Wege der Datenerhebung gewählt: i) die Befragungen der Stakeholder mittels Fragebögen und/oder direkter Gespräche (ii) die Auswertung von Literatur sowie Einbeziehung von ExpertInnenabschätzungen der verschiedenen Sektoren.

a. Befragungen der Stakeholder mittels Fragebögen und/oder direkter Gespräche

Basierend auf den Basiserhebungen wurde für jeden Sektor, in Rücksprache mit ExpertInnen aus den verschiedenen Bereichen, ein Online-Fragebogen über das System LimeSurvey (<https://www.limesurvey.org/de>) erstellt, welcher fluss-/flussabschnittsspezifisch (für die Sektoren Flussbau, Wasserstraße und Ökologie), einzugsgebietsbezogen (für den Sektor WLW) oder kraftwerks-/kraftwerkskettenbezogen (für den Sektor Energiewirtschaft) auszufüllen war. Im Sektor Landwirtschaft wählte man eine andere Vorgehensweise (Aussonderung eines Kurzfragebogens an alle Landeslandwirtschaftskammern).

Die Fragebögen wurden so erstellt, dass zuerst flussabschnitts- bzw. kraftwerksspezifische Daten abgefragt wur-

den und für den jeweiligen Abschnitt das „Hauptproblem“ zu definieren war. Danach folgten Fragen zu den Problemblöcken Feststoffdefizit, Feststoffüberschuss und morphologische Änderungen sowie Fragenblöcke zu Maßnahmen, Ursachen, Bauwerken, Messungen und Instandhaltungsmaßnahmen. Die Fragen nach zukünftigen Ideen für Maßnahmen bzw. Forschungsbedarf im Bereich der Maßnahmenentwicklung sowie der Grundlagenforschung nahmen einen zentralen Stellenwert im Fragebogen ein.

Je Fragebogen war ein Fluss/Flussabschnitt, ein Einzugsgebiet oder ein Kraftwerk/eine Kraftwerkskette zu behandeln. Um den Aufwand der zuständigen Personen (z.B. Gebietsbauleitungen, Gewässerbezirke, Energieversorgungsunternehmen) zu verringern, aber trotzdem eine flächendeckende Erhebung zu gewährleisten, war in manchen Bereichen eine Vorauswahl von Gebieten nötig. Im Flussbau wurde dazu eine Mindestgröße des Einzugsgebietes von 500 km² gewählt – zusätzlich konnten aber auch kleinere, bedeutende Flüsse mit besonderen Problemen oder sehr guter Datenlage behandelt werden. Im Bereich der WLW wurden bei den Treffen mit den einzelnen Sektionen Wildbäche ausgewählt, die einerseits z.B. die verschiedenen geologischen Zonen und damit verbundenen Probleme gut abdecken und andererseits eine gute Datenlage aufweisen.

Die **Auswertung der Fragebögen** wurde in einem ersten Schritt themenbezogen durchgeführt. Innerhalb der Sektoren wurde die räumliche Verteilung über das

Staatsgebiet betrachtet und die räumliche Abdeckung der verschiedenen Flussgebiete beurteilt. Es erfolgte auch die Zuordnung zu geologischen Großräumen und klimatischen Regionen. Danach wurde eine qualitative und quantitative Auswertung der einzelnen Fragen bzw. Fragegruppen durchgeführt. Das Ergebnis dieser Auswertungen stellt die Hauptprobleme im Feststoffmanagement dar und zeigt die Auswirkungen auf die einzelnen Sektoren auf. Der Handlungsbedarf eines jeden Bereichs wurde ebenfalls erfasst.

Im Rahmen von sektoralen Besprechungen wurden die Ergebnisse der Fragebögen präsentiert und diskutiert und die **sektorale Querverlinkung** des Handlungsbedarfes durchgeführt. Hierbei wurden den jeweiligen Sektoren die Ergebnisse der anderen Sektoren vorgestellt und von diesen beurteilt (zustimmend/neutral bzw. keine Überlappung/ablehnend). Dies war einer der wichtigsten Prozesse im Projekt, da hier mögliche Synergiebereiche bzw. Konfliktpunkte zwischen den Sektoren identifiziert werden konnten.

b. Auswertung von Literatur sowie Einbeziehung von ExpertInnenabschätzungen der verschiedenen Sektoren

Im Rahmen der Literaturrecherche wurden relevante und zugängliche Studien, Projektberichte und Fachartikel in Hinblick auf Probleme, die im Zusammenhang mit Veränderungen des Sedimenthaushalts bzw. der Flussmorphologie stehen, analysiert. Auf Grundlage der erhobenen Probleme und vorhandenen Lösungsansätze wurde der Handlungsbedarf abgeleitet und durch ExpertenInnenabschätzungen ergänzt.

Der Handlungsbedarf beider Säulen wurde danach zusammengeführt, abgeglichen und bezüglich Übereinstimmung, neuer Themenbereiche und Widerspruch ausgewertet.

Im **dritten Schritt** erfolgte die Erstellung des integrativen Handlungsbedarfs, in welchem die unterschiedlichen Aussagen der einzelnen Sektoren zusammengefasst und den Übergruppen Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange zugeordnet wurden. Aufbauend darauf wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs für SED_AT Phase II erstellt. Diese wurde während des Abschlussworkshops am 08.04.2014, bei dem VertreterInnen aller Sektoren und der Auftraggeber (Abteilung VII/I Nationale Wasserwirtschaft) sowie ExpertInnen aus der Wissenschaft anwesend waren, diskutiert. Die Umsetzungsstrategie stellt somit

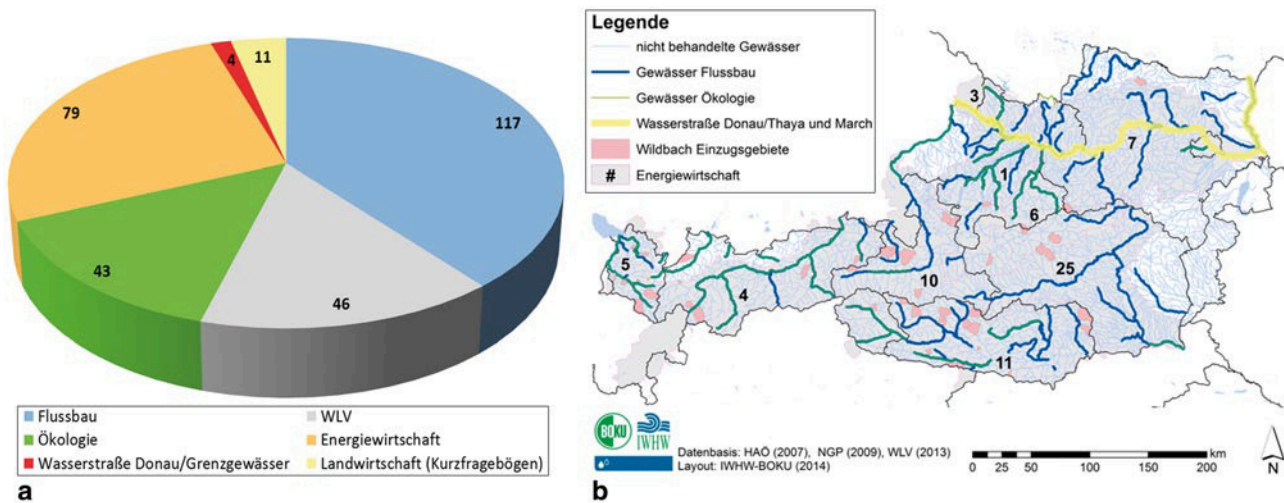


Abb. 2 Anzahl der ausgefüllten Fragebögen je Sektor (a) und Abdeckung der mit Fragebögen behandelten Gewässer und Einzugsgebiete (b), die Zahlen geben die Anzahl der mittels Fragebögen behandelten Kraftwerke je Flusseinzugsgebiet an.

das **akkordierte Programm** bzw. das Endergebnis des Projektes dar.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Folgenden werden die sektoralen Ergebnisse dargestellt und die Endresultate präsentiert.

3.1. Sektorale Ergebnisse

In Summe wurden exakt 300 Fragebögen von den Stakeholdern ausgefüllt. Die Zuteilung zu den einzelnen Sektoren ist Abb. 2a zu entnehmen. Durch die Fragebögen konnte eine gute Abdeckung des österreichischen Staatsgebietes (Abb. 2b) bzw. der unterschiedlichen Einflussfaktoren wie Geologie, Landnutzung, Klima usw. erreicht werden. Weiters wurden unterschiedliche Wildbacheinzugsgebietsgrößen (von 0,2 km² bis 120 km²) und Kraftwerksgrößen (0,1 MW bis 500 MW Engpassleistung) erfasst. Im Folgenden werden die sektoralen Probleme dargestellt.

3.1.1. Wildbach- und Lawinenverbauung

Im Bereich der Wildbach- und Lawinenverbauung wurden 46 Wildbacheinzugsgebiete behandelt, wovon in 16 Einzugsgebieten Überschussprobleme (z.B. Sohlhebung, Anlandungen etc.) und in 4 Einzugsgebieten Defizitprobleme (z.B. Sohleintiefungen, Verwerfung, Unterspülungen von Bauwerken etc.) bestehen (Abb. 3). In 12 Einzugsgebieten wurden sowohl Überschuss- als auch Defizitpro-

Überschuss-/Defizitprobleme in Wildbacheinzugsgebieten

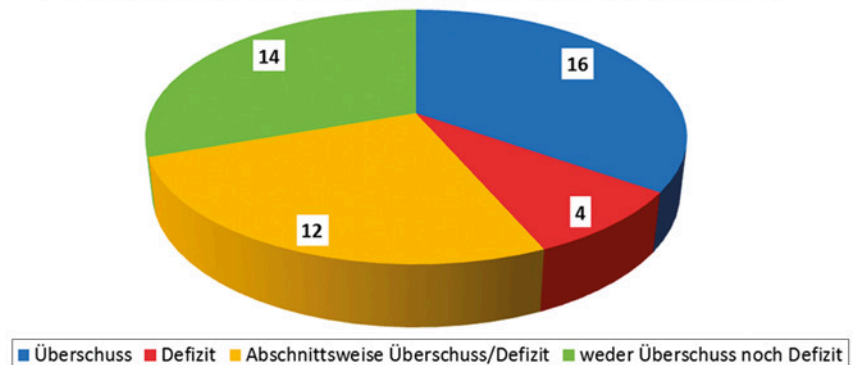


Abb. 3 Zuteilung der Wildbacheinzugsgebiete zu Überschuss, Defizit, Abschnittsweise Überschuss/Defizit, weder Überschuss noch Defizit.

bleme festgestellt, wodurch eine Zuordnung zu einem der Bereiche nicht möglich war (in Abb. 3 als „Abschnittsweise Überschuss/Defizit“ dargestellt).

Der Überschuss und die damit verbundenen Hebungen der Sohle bzw. Anlandungen (in 23 von 28 Einzugsgebieten, siehe Abb. 4a) wirken sich durch die Verringerung des Abflussquerschnittes negativ auf die Hochwassersicherheit aus und können Bachausbrüche verursachen.

Als Auswirkungen von Sedimentdefizit, welches vor allem flussab von Bauwerken zum Geschieberückhalt und in regulierten Gewässern mit Uferverbauung auftritt, wurde neben Sohleintiefung und Unterspülung von Bauwerken auch das Risiko für Verwerfungen genannt. Diese Auswir-

kungen treten meist in Kombination auf (in 8 von 16 Einzugsgebieten, Abb. 4b).

An 20 der insgesamt 46 Einzugsgebiete treten an verschiedenen Bauwerken Probleme auf, die je nach Bauwerkstyp variieren. Die meisten Probleme kommen bei den diversen Sperrtypen (z.B. Dosier- und Filtersperre, Retentionsperre, Konsolidierungssperre etc.), an Uferschutzbauwerken und Murbrechern vor (Abb. 5). Im Detail handelt es sich bei den Problemen an Sperren um Unterspülungen, Schäden am Sperrkörper, Verkläuerungen von funktionellen Teilen, Problemen mit Wildholz sowie Fehlfunktionen aufgrund falscher Dimensionierungen von z.B. Filterschlitz/-stäben. Ein ebenso großes Problem stellt die Räumung von Ablagerungen im Bereich der

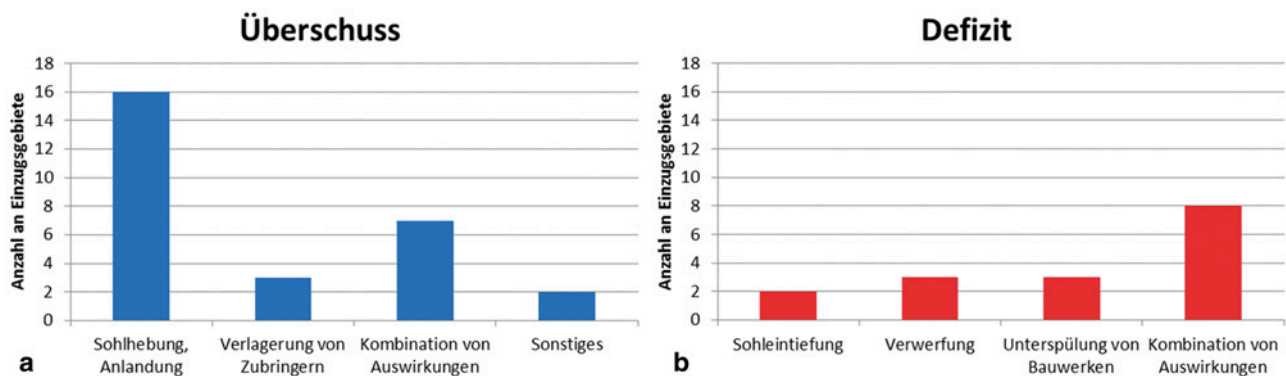


Abb. 4 Anzahl der Einzugsgebiete sortiert nach Auswirkungen im Bereich des Überschusses (a) und des Defizits (b)

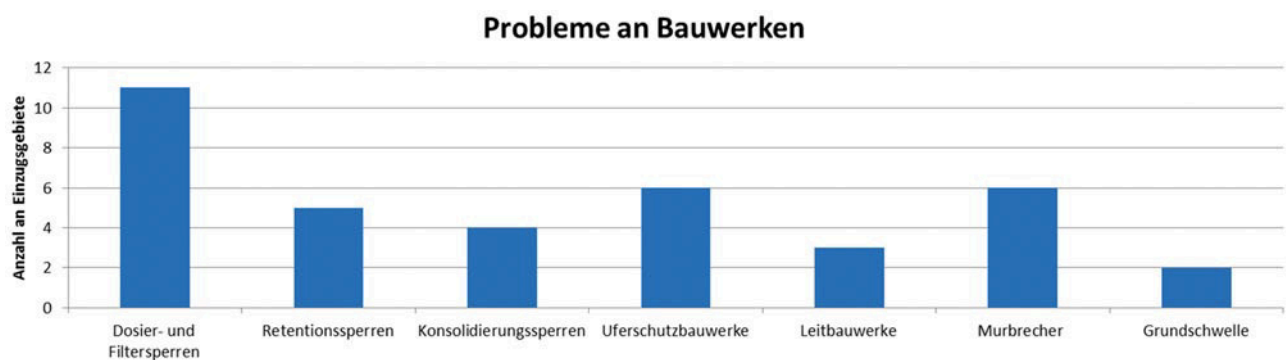


Abb. 5 Anzahl an Einzugsgebieten mit Problemen an bestimmten Bauwerkstypen – Mehrfachnennungen waren möglich

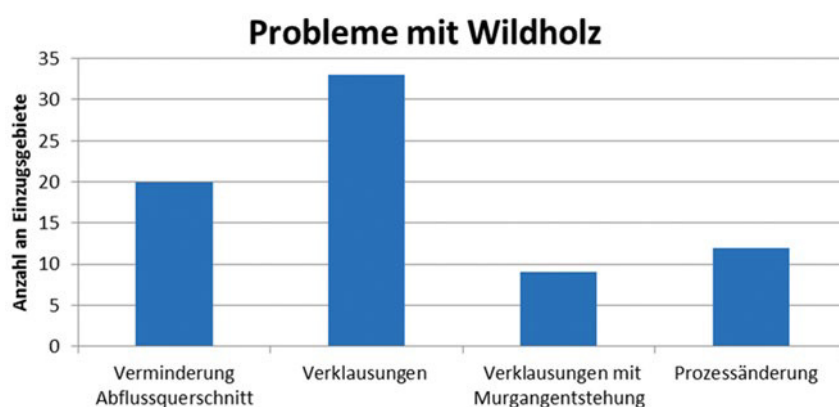


Abb. 6 Übersicht über die Probleme und Auswirkungen von Wildholz (Mehrfachnennungen waren möglich)

Sperren dar, die der Funktionserhaltung des Bauwerkes dient. Im Zusammenhang mit der Räumung ist es vor allem die Verwertung/Entsorgung des entnommenen Materials, das aufgrund der herrschenden rechtlichen Lage hohe Kosten verursacht (z.B. in Bezug auf das Abfallwirtschaftsgesetz).

Im Bereich von Uferschutzbauten kommt es durch Geschiebedefizite (Rückhalt flussauf in z.B. Sperren) oft zu Auskolkungen und damit zu einer Gefährdung der Standsicherheit des Bauwerks.

Neben den sedimentbedingten Problemen im Wildbach und an den Bauwerken zeigte sich bei der Auswertung der Frage-

bögen, dass vor allem die Vegetation und insbesondere das Wildholz zu Problemen führen (in 34 von 46 Fragebögen, Abb. 6). Wildholz vermindert den Abflussquerschnitt und/oder kann zu Verklautungen an Brücken und anderen Bauwerken führen. Weiters kann durch das Vorhandensein von Wildholz eine Prozessänderung, z.B. von geschiebe- auf wildholzführend bis hin zu Murgängen, auftreten.

3.1.2. Flussbau

Insgesamt wurden rund 3.640 km freie Fließstrecken in 117 Fragebögen, die von den VertreterInnen der Bundeswasserbauverwaltung bzw. den Wasserwirtschaftlichen Planungsorganen in den Ämtern der Landesregierungen beantwortet wurden, behandelt. In Abb. 7 wird deutlich, dass mehr als zwei Drittel der behandelten Gewässer ein Problem im Bereich des Feststoffhaushalts aufweisen (Abb. 7a) und in einem Großteil der Strecken sowohl Defizit als auch Überschuss (deklariert als „abschnittsweise Überschuss/Defizit“) als Problem erkannt wurden (Abb. 7b).

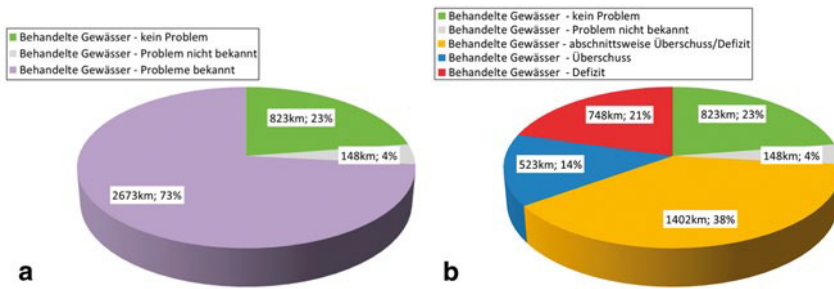


Abb. 7 Unterteilung der Fließgewässerstrecken in Abschnitte mit Problemen, mit keinen Problemen bzw. ohne bekannte Probleme (a) und Aufgliederung der Problemstrecken aufgrund der Angaben des „Hauptproblems“ im Fragebogen (b)

bung bzw. das Entstehen lokaler Schotterbänke/Schotteranlandungen angegeben.

Generell hat sich in den Auswertungen gezeigt, dass Überschuss als Problem in der Wahrnehmung offensichtlicher ist als Sedimentdefizit. Zum einen stehen Auflandungen im Zusammenhang mit Hochwassergefährdung, wodurch Baggerungen oder andere Maßnahmen gesetzt werden müssen, und zum anderen geht die Sohleintiefung eher unmerklich vor sich und wird meist erst durch das Auftreten größerer Schäden, wie z.B. Verwerfungen oder Sohldurchschlag, erkannt. Um einen

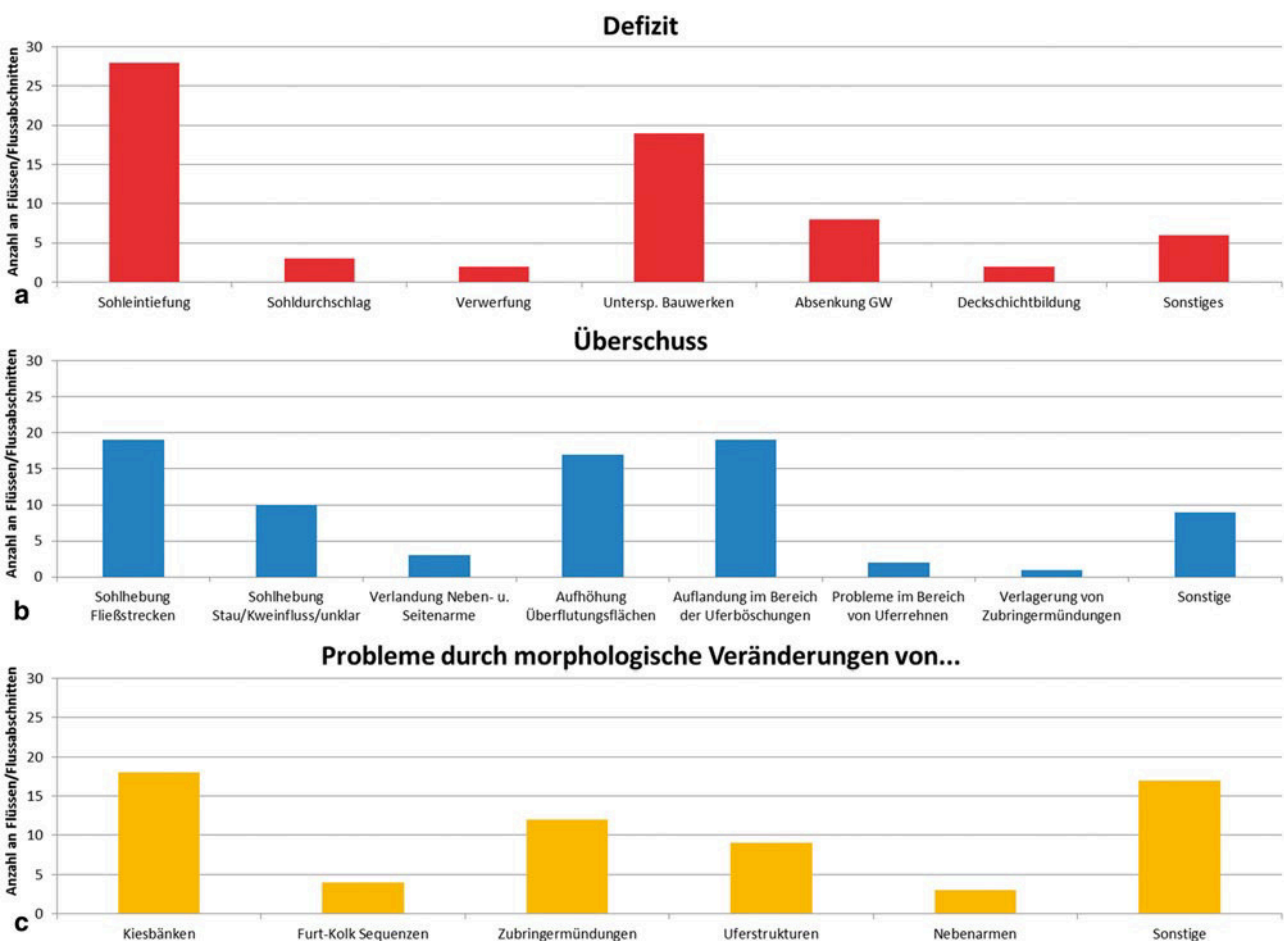


Abb. 8 Übersicht über die Auswirkungen von Problemen mit Sedimentdefizit (a), Feststoffüberschuss (b) und morphologischen Veränderungen (c), in jedem Bereich waren Mehrfachnennungen möglich

Im Zusammenhang mit Sedimentdefizit wurden vorrangig die Sohleintiefung und die Unterspülung von Bauwerken angeführt (Abb. 8a). In einigen Einzugsgebieten stellen aber auch die Absenkung des Grundwassers, der Sohldurchschlag, Verwerfungen und Deckschichtbildungen Probleme dar.

Die Auswirkungen von Sedimentüberschuss sind in Abb. 8b dargestellt.

Es kommt vor allem zur Sohlhebung und zu Aufhöhungen von Überflutungsflächen bzw. im Uferböschungsbereich. Unter Sonstiges wurden Auflandungen aufgrund von krautiger Vegetation, lokale Geschiebeeinstöße verbunden mit Sohlhe-

Vergleich mit der ExpertInneneinschätzung zu ermöglichen, wurden in Abb. 9 die potenziellen Defizit- und Überschussstrecken dargestellt. Die Aufteilung ist wie folgt: rund 86% (3121 km) der behandelten Gewässerabschnitte sind potenzielle Defizitstrecken und 14% (523 km) sind Überschussstrecken. Daraus wird ersicht-

Abb. 9 Aufgliederung der bearbeiteten Fließgewässer in Überschuss- und potenzielle Defizitstrecken, basierend auf einer ExpertInnenabschätzung

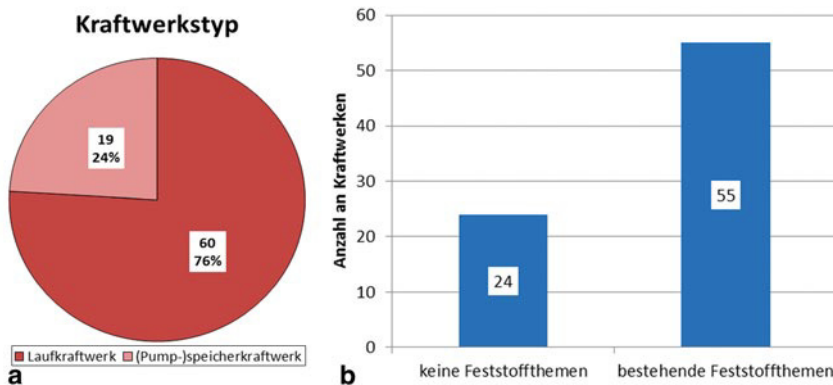
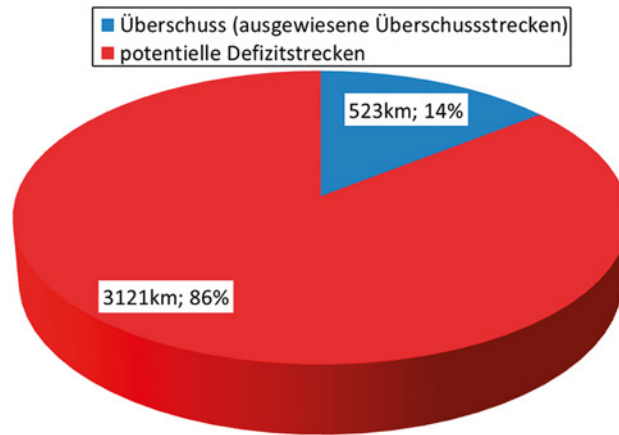


Abb. 10 Insgesamt wurden im Sektor Energiewirtschaft 79 Fragebögen ausgefüllt, davon sind 76 % Laufkraftwerke und 24 % (Pump-)Speicherkraftwerke (a), an 55 der bearbeiteten Kraftwerke werden Maßnahmen betreffend Feststoffe umgesetzt bzw. treten Probleme mit Feststoffen auf (b)

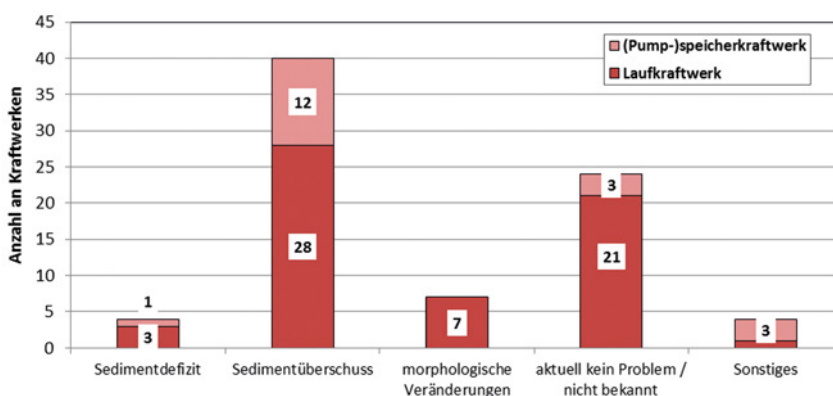


Abb. 11 Übersicht über die bei den Kraftwerken (Flussabschnitten) auftretenden Hauptprobleme (Gesamtanzahl 79)

lich, dass betreffend die Flusslängen die Sohleintiefung dominiert.

Als dritter Hauptpunkt wurden im Sektor Flussbau Probleme durch morphologische Veränderungen verschiedener Strukturen abgefragt. Die Ergebnisse sind

in Abb. 8c dargestellt. Von den meisten Befragten wurden Veränderungen von Kiesbänken, wie z.B. die Stabilisierung durch Vegetation und Auflandungen, welche einerseits durch Strömungslenkung zu einem verstärkten Uferangriff führen und

andererseits eine Verringerung der Abflusskapazität hervorrufen, als Problem angegeben. Bei den weiteren morphologischen Strukturen wurde hauptsächlich angemerkt, dass durch deren Fehlen ein Defizit zum Referenzzustand in Hinblick auf die Ökologie vorhanden ist. Unter Sonstiges wurde erneut auf die Strukturarmut hingewiesen und es wurden Probleme durch Wildholzablagerungen und aufkommende Vegetation (Verringerung des Abflussquerschnittes, erhöhte Rauigkeit etc.) angeführt.

3.1.3. Wasserstraßen Donau/Thaya und March

Die Donau und die Thaya unterhalb von Bernhardsthal bzw. die March liegen im Zuständigkeitsbereich der via donau und des BMVIT, von welchen die Fragebögen gemeinsam beantwortet wurden. Dazu wurde die Donau in drei Abschnitte - Staustrrecken, freie Fließstrecke Wachau und freie Fließstrecke östlich von Wien - unterteilt. Die Grenzgewässer Thaya unterhalb von Bernhardsthal und March wurden in einem Fragebogen abgehandelt.

Das Hauptproblem an den gestauten Strecken der Donau ist die Stauraumverlandung und die sich dadurch ergebenden möglichen Hochwasserrisiken. Die Kraftwerksbauten führen aufgrund der Kontinuumsunterbrechung von Sedimenten zu einem Defizit flussab. Dadurch kommt es einerseits lokal, im Bereich der Unterwassereintiefung, zur Freilegung des felsigen Untergrundes - Gefahren für die Schifffahrt - und andererseits zu Sohleintiefungen in den freien Fließstrecken Wachau und östlich von Wien mit der Gefahr des Sohldurchschlags.

In der Wachau kommt es neben der generellen Sohleintiefung von 1-2 cm pro Jahr lokal auch zu Anlandungen in der Schifffahrtsrinne, zur Bildung von Mittelhaufen und damit zur Einschränkung der verfügbaren Fahrrinne. Ähnliches ist an der freien Fließstrecke östlich von Wien zu beobachten. Die Sohleintiefung beträgt dort rund 2-3 cm (gemäß Habersack et al. (2012) ist trotz VHP-Zugabe von rund 190.000 m³/Jahr ein Defizit von 2 cm/Jahr Eintiefung vorhanden). Eine Verschlechterung der Fahrrinnenparameter und Verlandungsprobleme von Häfen entlang der Donau wurden ebenfalls angesprochen.

Im Zusammenhang mit der Donau ist die Wichtigkeit der interdisziplinären Zusammenarbeit der verschiedenen Sektoren zu nennen und auf die Forschungstätigkeiten im Rahmen des Flussbaulichen Gesamtprojektes Donau

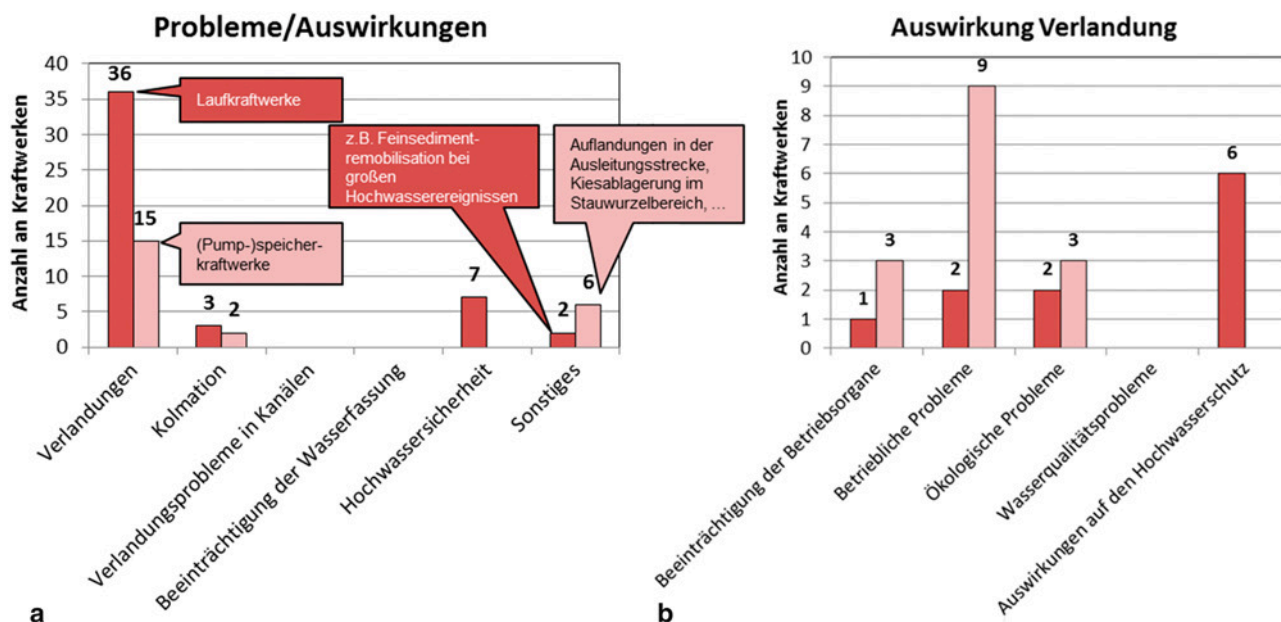


Abb. 12 Probleme mit Feststoffen im Bereich der E-Wirtschaft (a) und Auswirkung von Sedimentüberschüssen (b)

östlich von Wien hinzuweisen, welche einen großen Beitrag zur Entwicklung von Maßnahmen und Lösungsansätzen liefern und zur Verbesserung des Grundlagenwissens beitragen.

An den Grenzgewässern Thaya und March kam es nach den Regulierungsarbeiten zu massiven Eintiefungen (bis zu 2 m). Heute sind die Gewässersohlen relativ stabil, es treten jedoch teilweise Unterspülungen von Bauwerken, besonders bei Ufersicherungen, auf. Das Hauptproblem an Thaya und March sind morphologische Veränderungen, z.B. hervorgerufen durch Mäander-Durchstiche. Es wurde darauf hingewiesen, dass bei der Beurteilung der Grenzgewässer, insbesondere bei der Planung/Entwicklung und Durchführung von Maßnahmen, immer der internationale Charakter und die Abstimmung mit den Nachbarländern zu beachten sind.

3.1.4. Energiewirtschaft

Im Rahmen des Projektes wurden für 79 Kraftwerke/Kraftwerksketten Fragebögen erhoben. Mehr als drei Viertel der behandelten Kraftwerke sind vom Typ Laufkraftwerke, die restlichen sind Speicher- oder Pumpspeicherkraftwerke (Abb. 10). Bei 55 der behandelten Kraftwerke wurden Feststoffthemen, d. h. entweder Probleme mit dem Feststoffhaushalt oder Maßnahmen, die den Feststoffhaushalt verbessern und somit den Betrieb sichern, explizit angesprochen.

Hauptsächlich handelt es sich im Sektor Energiewirtschaft um das Problem des Sedimentüberschusses im Speicher bzw. Stauraum (Abb. 11), aber auch Defizite in der Fließstrecke flussab der Wehranlage bzw. Staumauer – meist nicht mehr im Zuständigkeitsbereich der Kraftwerksbetreiber – und morphologische Veränderungen wurden in den Fragebögen genannt.

In Abb. 12a ist eine detailliertere Auflistung von Problemen im Bereich des Überschusses für beide Kraftwerkstypen (Laufkraftwerke und Speicher- bzw. Pumpspeicherkraftwerke) angeführt und in Abb. 12b sind die Auswirkungen der Verlandung angesprochen. Deutlich ersichtlich ist, dass die Verlandungen, gefolgt von Kolmationseffekten, für beide Kraftwerkstypen Probleme darstellen, die Hochwassersicherheit aber eher bei Laufkraftwerken eine Rolle spielt. Bei Speicher- und Pumpspeicherkraftwerken äußert sich die Verlandung hauptsächlich als betriebliches Problem bzw. als Beeinträchtigung der Betriebsorgane.

3.1.5. Ökologie

Im Sektor Ökologie wurden die Fragebögen von den Stakeholdern entweder fluss-/flussabschnittsspezifisch oder für gesamte Flusseinzugsgebiete ausgefüllt, weswegen die Auswertung in allgemeinerer Form durchgeführt wurde. Zusätzlich zu den Ergebnissen der Fragebögen sind hier auch die Ergebnisse aus

direkten Befragungen von Stakeholdern miteinbezogen.

Das Hauptproblem in der Ökologie sind die morphologischen Veränderungen des Gewässers bzw. Sedimentdefizit in freien Fließstrecken und Sedimentüberschuss unter anderem in Staustrecken. Generell wurden als Auswirkung des Sedimentdefizits die Verringerung und der Verlust an Habitaten, v. a. Schotterbänken, angeführt und es wurde ein negativer Zusammenhang zwischen Fischen und Defizitproblemen (z.B. Verwerfung, Unterspülung von Bauwerken und Deckschichtbildung) vermutet. Die Auswirkungen des Überschusses (z.B. die Kolmation von Kiesbereichen, Sohlhebungen, Verlandung von Seitenarmen etc.) wurden ebenfalls mit dem Verlust an Lebensraum der verschiedenen biologischen Qualitätselemente (Fischfauna, Makroinvertebraten, Phytoplankton, Makrophyten und Phytobenthos) in Zusammenhang gesehen. Durch die Aufhöhung von Überflutungsflächen und die Feinsedimentablagerungen an Uferböschungen bzw. durch Uferwallbildung wird beispielsweise ein Rückzug von Fischen in strömungsberuhigte Zonen während Hochwasserereignissen erschwert. Diese Auflandungen führen in Kombination mit der Sohleintiefung zu einer Entkoppelung von Fließgewässern und Au.

Der Einfluss von fehlenden Uferstrandstreifen auf die Temperaturentwicklung und der Effekt von zu geringen Restwassermengen wurden ebenfalls als Prob-

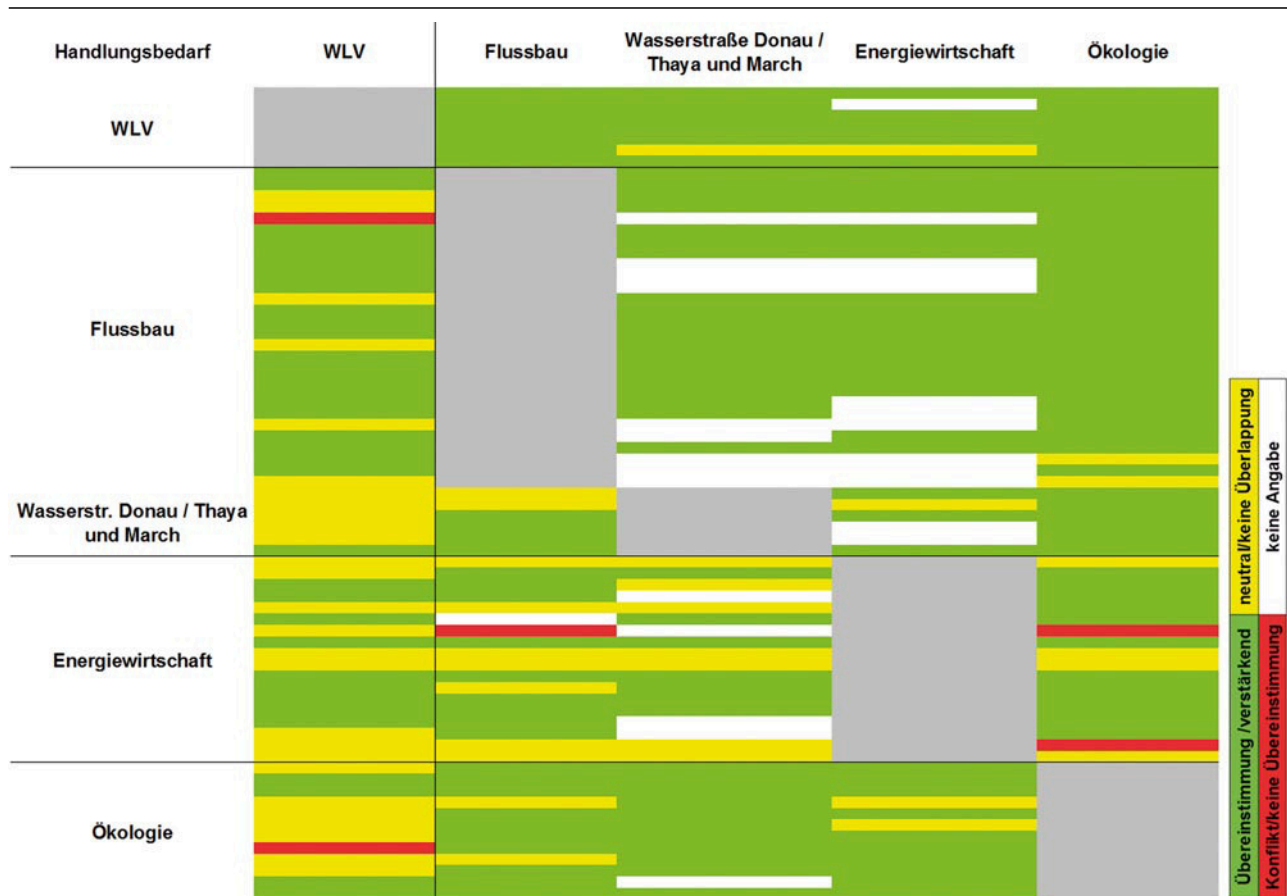


Abb. 13 Übersicht zur sektoralen Querverlinkung. Grün: Übereinstimmung, Gelb: neutral/keine Überlappung der Handlungsbereiche und Rot: Konflikte bzw. keine Übereinstimmung

lembereiche in der Ökologie angeführt. Bei der Auswertung hat sich zudem gezeigt, dass in vielen Bereichen die Zusammenhänge zwischen den Problemen in der Ökologie und den Auswirkungen eines veränderten Sedimenthaushaltes und -transportes noch zu wenig erfasst und untersucht sind.

3.1.6. Landwirtschaft

Elf ausgefüllte Kurzfragebögen wurden im Sektor Landwirtschaft an das Projektteam übermittelt. Als Hauptprobleme im Zusammenhang mit Ufererosion durch Wasser wurden die Flächenverluste durch die Erosion bzw. Verwerfungen des Bachbettes genannt. In den Fragebögen wurde in diesem Bereich auch das Problem der flächigen Erosion mit den Folgen des Ertragsverlustes angeführt. Bei der Ablagerung von Sedimenten auf landwirtschaftlichen Flächen, besonders in Zusammenhang mit Hochwässern, wurden die Probleme eher bei grobem als bei feinem Material gesehen, welches Instandsetzungsmaßnahmen wie

die Räumung nach sich ziehen kann. In Abhängigkeit von Verlandungshöhe und -mengen können Ablagerungen von feinem Material, durch die Aufwertung des Bodens (z.B. Nährstoffeintrag, Texturverbesserung etc.), auch als positiv wahrgenommen werden. Auf Ertragsverluste und Futtermittelverschmutzung als Auswirkungen von Anlandungen wurde ebenfalls hingewiesen.

3.2. Sektorale Querverlinkung

Neben den Problemen wurde für jeden Sektor auch der Handlungsbedarf, der den Forschungs- und Managementbedarf sowie rechtliche Belange umfasst, erhoben. Im Rahmen der sektoralen Besprechungen wurden nach Auswertung der Fragebögen in jedem Sektor Bewertungen des Handlungsbedarfes der anderen Sektoren durchgeführt, um Konfliktpunkte, aber auch Übereinstimmungen oder Synergien durch intersektorale Zusammenarbeit zu ermitteln.

In Abb. 13 sind die gegenseitigen Bewertungen farblich dargestellt. In 88%

der Beurteilungen ist eine Übereinstimmung bzw. ein Synergieeffekt oder keine Überlappung des Handlungsbedarfes bzw. Neutralität vorhanden, und in nur 2% der Beurteilungen wurden Konfliktpunkte geortet. Diese beziehen sich aber meist auf bestimmte detaillierte Formulierungen des Handlungsbedarfes. In den restlichen 10% wurden keine Beurteilungen abgegeben. Einige ausgewählte Beispiele werden im Folgenden dargestellt. Die Ergebnisse der Landwirtschaft wurden, aufgrund nicht ausreichender Daten, nicht in diese Auswertung miteinbezogen.

3.2.1. Beispiele zur sektoralen Querverlinkung

Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepts

Im Sektor Flussbau wurde die „Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepts“ gefordert. Von allen anderen Sektoren wurde dem grundsätzlich zugestimmt. Die Vertreter der Wasserstraße haben zusätzlich

Tab. 1 Auflistung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Forschungsbedarf

Feststoffmanagementkonzept	Entwicklung eines Einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzeptes unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten (Geologie, Klima, ...) und der vorhandenen anthropogenen Einwirkungen (z.B. Sperren, Verbauungen, ...)
Feststoffhaushalt und Sedimentkontinuum	Untersuchung von Feststoffquellen und –transport, Untersuchung von Eintragungswegen und Massen, Ermittlung von Potentialen, ... in Abhängigkeit von Geologie, Landnutzung, usw.
	Entwicklung von Methoden um den Feststoffhaushalt und -transport abzuschätzen und damit die Dimensionierung von Maßnahmen zu erleichtern
Grundlegende Prozesse im Sedimenttransport	Untersuchung von Bewegungsbeginn, Transportprozess, Sortierung, Abrieb, ... durch z.B. Naturmessungen und numerische und physikalische Modelle
	Erfassung der Auswirkungen von hydrologischen Änderungen (z.B. Restwasser, ...) und Klimaänderungen auf den Feststoffhaushalt und den Sedimenttransport
Monitoring	Weiterentwicklung von Messverfahren für Schwebstoffe und Geschiebe v. a. für Feststofftransportmessungen während großer Hochwässer
Modellierung	Durchführung großmaßstäblicher physikalischer Modellversuche und Naturmessungen zur Schaffung der mathematischen Grundlagen für die numerische Modellierung
	Verbesserung von Formelansätzen zur Berechnung des Sedimenttransportes und damit einhergehend die Verbesserung von Sedimenttransportmodellen in Hinblick auf verschiedene Anwendungsgebiete
Interaktion zw. Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Morphologie	Untersuchung der Interaktion zwischen Feststoffhaushalt/-transport \Leftrightarrow Morphologie \Leftrightarrow Hochwasser
Interaktion zw. Feststoffhaushalt, Sedimenttransport, Morphologie und Ökologie	Erfassung des Zusammenhanges Feststoffhaushalt-Sedimenttransport-Flussmorphologie mit biotischen Qualitätselementen z.B. Makrozoobenthos, Fische, Vegetation
	Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher Stauraummanagementkonzepte wie Stauraumspülungen (z.B. Spülintervall, -dauer) auf die Ökologie, sowie die Optimierung von Stauraumspülungen in Hinblick auf die ökologische Verträglichkeit
Wechselwirkungen zw. Feststoffhaushalt, Sedimenttransport, Morphologie und baulichen Maßnahmen sowie Betrieb	Untersuchung der Auswirkungen von verschiedenen Bauwerken auf das Feststoffkontinuum (Quer- und Längskontinuum sowie den vertikalen Austausch) und deren Optimierung
	Untersuchung der Auswirkungen von Kraftwerken und deren Betriebsweise auf das Sedimentregime und –kontinuum (z.B. Stauraumgeometrie, Wehrkonfiguration, Wehrbetriebsordnung), Optimierung aus technischer, ökonomischer und ökologischer Sicht.
Optimierung von Baumaßnahmen und Bauwerken	Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Erhaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums und Optimierung der Betriebsweisen
	Untersuchung und Entwicklung von Konzepten zur Optimierung des Feststoffmanagements – Entnahmen/Zugaben, ...
	Evaluierung und Entwicklung von Bauwerkstypen die den Weiter-/Durchtransport von Feststoffen erlauben und damit zu einem verbesserten Feststoffhaushalt führen
	Untersuchung der Wechselwirkung zwischen flussbaulichen Maßnahmen und den Fahrrinnenparametern und Optimierung und Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Fahrrinnenparameter
	Untersuchung und Entwicklung von Konzepten zur Nutzung von Ablagerungsmaterial aus Geschiebesperren, Retentionsräumen, ... z.B. die Wiedereinbringung in das Gerinne aber auch die Entwicklung von Maßnahmen zur gezielten Ablagerung von Feststoffen
	Entwicklung und Optimierung von Maßnahmen zur Stabilisierung der Sohle, zur Vermeidung von Sohleintiefung bzw. Sohlurchschlag, zur Unterbindung von zu hohen Anlandungen in Hinblick auf Hochwasserrisiko, ...
	Analyse der Wirkung von Aufweitungen hinsichtlich Sohlstabilisierung, Dimensionierungsgrundlagen, ökologischer Bedeutung und Hochwasserwirkung
	Optimierung von Rampen, Bühnen und Nebenarmanbindungen hinsichtlich deren positiver Wirkung auf das Feststoffkontinuum, die Sohleintiefung und ökologische Ansprüche
	Untersuchung von Maßnahmen zum optimalen Weiter-/Abtransport von aus Wildbacheinstößen stammendem Material bzw. wie Material aus Wildbachesperren wieder schadlos in den Vorfluter eingebracht werden können (z.B. wie viel Material verträgt der Vorfluter)
	Erarbeitung von Rückbaumaßnahmen und deren Dimensionierungsgrundlagen, entsprechend der gegebenen flussmorphologischen Prozesse
Entwicklung von Maßnahmen zur Verbesserung/Wiederherstellung von Laichgebieten/-substraten	

für die Donau die Wichtigkeit der Sedimentbilanzierung der Zubringer und die Notwendigkeit der Untersuchung des Fest-

stofftransportes sowie dessen Korngrößenverteilung bei Hochwasser angemerkt. Vom Sektor WLW folgte der grundsätzli-

chen Zustimmung eine Einschränkung, und zwar ist beim einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzept eine

Tab. 2 Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil Managementbedarf

Mitbehandlung von Feststoffen (z.B. Sohllagenänderung, Feststofftransport, ...) bei Hochwasserrisikoabschätzungen und bei der Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten
Intensivierung von Modellversuchen und numerischen Modellierungen vor Maßnahmenbau
Erstellung von Feststoffmanagementplänen für Flusseinzugsgebiete
Evaluierung der umgesetzten Maßnahmen z.B. Renaturierungen, Wehrbetriebsordnungen, ...
Optimierung des Instandhaltungsaufwandes (finanziell und zeitlich)- z.B. Änderung von Räumkonzepten, Adaption von Pflegemaßnahmen, usw.
Optimierung der Wildholzbewirtschaftung und Evaluierung verschiedener Wildholzmanagementmaßnahmen
Überprüfung des baulichen Zustands von Schutzbauten
Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung von durchgeführten Messungen (Profile, Feststoffmessungen, Hoch- und Niederwasserspiegelaufnahmen, ...)
Auf- und Ausbau des Messnetzes (Hydrologie, Feststoffe, Querprofile, ...)
Etablierung eines Messprogrammes nach Hochwasserereignissen – Laserscanbefliegungen, Luftbildaufnahmen, ...
Bewusstseinsbildung der Koppelung Feststoffe – Ökologie

Tab. 3 Darstellung des integrativen Handlungsbedarfes – Teil rechtliche Belange

Änderungen im Abfallwirtschaftsgesetz zur Ermöglichung der Wiedereinbringung von Räumgut (z.B. aus Wildbachsperrern) in den Vorfluter
Rechtliche Klärung ob und wann ein Ausleitungsberechtigter einen Beitrag zur Geschiebeproduktion (Räumung, ...) in der Ausleitungsstrecke leisten muss
Klärung ab wann die Verpflichtung zur Räumung gegeben ist
Untersuchung der Möglichkeiten der Grundbereitstellung bzw. des Grunderwerbs für morphologische Maßnahmen
Abklärung der Möglichkeiten der Eingriffe in private Verhältnisse/Rechte Dritter im Rahmen des Gewässerschutzes
Rechtliche Klärung der Nutzung von Überströmstrecken

Prioritätensetzung der Ziele (prioritär ist der Schutz des Lebensraumes/Menschen) wichtig, bzw. müssen bestimmte „Spielregeln“ definiert werden.



Abb. 14 Akkordierter Handlungsbedarf betreffend Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie eingeteilt in drei räumliche Skalen und den Block Prozessforschung, welcher skalenübergreifend ist

Ermittlung von Geschiebepotenzialen in Abhängigkeit von Geologie, Landnutzung usw.

Diese Forderung stammt ebenfalls aus dem Sektor Flussbau. Ähnlich wie beim vorhergehenden Beispiel stimmten hier alle anderen Sektoren zu. Vom Sektor Energiewirtschaft wurde neben der Ermittlung von Massen auch die Untersuchung der Vergangenheit (z.B. wie war es ohne Speicher) bzw. die Ermittlung zukünftiger Eintragungsmengen und -potenziale gefordert.

Remobilisierung, speziell nach längeren Konsolidierungsphasen und bei kohäsiven Sedimenten (a), Beigabe des Sediments ins Triebwasser für nachhaltige Feststoffbewirtschaftung (b)

Beide Vorschläge für den Handlungsbedarf stammen aus dem Sektor Energiewirtschaft. Generell herrscht auch hier Übereinstimmung, wobei die WLV Punkt a) als neutral/kein Überlappungsbereich einstuft und dem Punkt b) ohne Einschränkungen zustimmt. Der Flussbau stimmt beiden Punkte generell zu, bei a) ist jedoch der Zeithorizont der Remobilisierung zu beachten und bei b) ist im Einzelfall die Auswirkung auf die Hochwassersicherheit zu prüfen. Die Wasserstraße stimmt Punkt a) zu, sieht mit Punkt b) keine Berührungspunkte und beurteilt diesen deshalb als neutral. Die Ökologie stimmt beiden Punkten zu, aber nur wenn diese ökologisch verträglich sind.

Verminderung der Entsorgung/Deponierung von Räumgut, zugunsten von Verwertung/Wiedereinbringung

Diese Forderung entstammt dem Sektor Flussbau, wurde aber auch in fast allen

anderen Sektoren angesprochen und von allen befürwortet. Von der Wasserstraße wurde die Wichtigkeit des Weitertransports angesprochen und grundsätzlich auf die Vermeidung von Schwimmstoffen hingewiesen. In der Energiewirtschaft wurde die Unterteilung in organische und anorganische Stoffe diskutiert und die Ökologie weist darauf hin, dass flusstypspezifische Lösungen notwendig sind.

Laichgebiete/-substrate

Dieses Beispiel fasst vier Forderungen aus dem Sektor Ökologie zusammen. Neben a) Maßnahmen zur Wiederherstellung von Laichgebieten/-substraten, b) der Laichplatzverbesserung/-wiederherstellung in bekannten Laichgebieten und c) der Untersuchung des Einflusses von granulometrischen Sohlverbesserungen auf Fische/Laichhabitats, wird in d) die Sedimentweiterleitung aus Wildbachsperrern zur Laichplatzbildung gefordert. Bei der Beurteilung durch die anderen Sektoren zeigte sich, dass bei diesen Forderungen der Wortlaut von Bedeutung ist. So steht die WLV generell neutral gegenüber den Verbesserungen und Untersuchungen der Laichgebiete (a bis c), sie sieht jedoch Konfliktpunkte mit der Forderung der Weiterleitung von Sedimenten aus Wildbachsperrern zu Zwecken der Laichplatzverbesserung. Hier können die Laichplätze zwar durch eine Weiterleitung günstig beeinflusst werden, aber die Öffnung von Sperrern zu diesem Zweck ist nicht angedacht.

Der Flussbau stimmt den Punkten a), b) und d) zu, merkt aber an, dass auf die Hochwasserverträglichkeit zu achten ist. Dem Punkt c), der Untersuchung des

Einflusses von Sohlverbesserungen auf Fische, steht er neutral gegenüber. Die Wasserstraße und die Energiewirtschaft stimmen allen Punkten zu. Generell sollen lt. Energiewirtschaft bei der Behandlung dieser Punkte auch die Wechselwirkungen mit Schwall und Renaturierungen mitberücksichtigt werden.

Optimierung von Sperrenbauwerken (a) und Geschiebweitergabe an Vorfluter (b)

Beide Punkte stammen aus dem Handlungsbedarf der WLW und wurden wieder generell von allen unterstützt. Nur bei Punkt b) merkt der Flussbau an, dass diese hochwasserverträglich sein muss, und die Energiewirtschaft macht darauf aufmerksam, dass die Charakteristik und die vorhandenen Beeinflussungen des darunterliegenden Abschnittes zu beachten sind.

3.3. Zusammenführung und Vergleich des Handlungsbedarfs der zwei Säulen – Befragung der Stakeholder und Literatur bzw. ExpertInnenabschätzung

Bei der Zusammenführung des Handlungsbedarfes aus den zwei Säulen Befragung der Stakeholder und ExpertInnenabschätzung wurde eine 100%ige Übereinstimmung erzielt. Aus der Sicht der ExpertInnen und basierend auf der Literaturrecherche wurde auch noch weiterer Handlungsbedarf (13 Forschungsthemen) eingebracht.

3.4. Integrativer Handlungsbedarf

Der Integrative Handlungsbedarf wurde basierend auf der Zusammenführung erstellt, und ist in den Tab. 1 bis 3 für die Bereiche Forschungsbedarf, Managementbedarf und rechtliche Belange auszugswise dargestellt. Details und genaue Erläuterungen finden sich im Projektsbericht.

3.5. Akkordiertes Programm

In Abb. 14 ist das im Abschlussworkshop des Projektes SED_AT am 8. April 2014 präsentierte, diskutierte und akkordierte Forschungsprogramm dargestellt. Es besteht aus zwei Teilen, der Grundlagen- bzw. Prozessforschung und dem Forschungsbedarf in Hinblick auf Maßnahmen, Messungen und Monitoring, der drei räumlichen Ebenen (Einzugsgebietsebene, Streckenebene und lokale Ebene) zugeordnet ist.

Im Bereich der Prozessforschung sind alle Sektoren gefordert, das Grundwissen, v. a. die Interaktionen zwischen Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und der Flussmorphologie sowie Ökologie zu verbessern. Der Forschungsbedarf der drei räumlichen Ebenen kann meist einem verantwortlichen Sektor zugeordnet werden, wobei die Auswirkungen auf und damit notwendige Zusammenarbeit mit anderen Sektoren wichtig sind.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Durch das Projekt SED_AT konnte in Zusammenarbeit mit den betroffenen Stakeholdern aus den Sektoren Wildbach- und Lawinerverbauung, Flussbau, Wasserstraßen Donau/Thaya und March, Energiewirtschaft, Ökologie und Landwirtschaft in einem Bottom-Up-Prozess erstmals eine österreichweite Darstellung der Probleme und abgeleitet daraus der Handlungsbedarf in Hinblick auf Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und Flussmorphologie erarbeitet werden. Im Rahmen dieser Erhebung wurden in allen Sektoren Probleme mit dem Feststoffhaushalt bzw. dem Sedimenttransport festgestellt.

In den Auswertungen hat sich gezeigt, dass in den Sektoren Energiewirtschaft bzw. den gestauten Strecken und der WLW eher Probleme mit dem Sedimentüberschuss und im Flussbau bzw. den freien Fließstrecken eher Probleme mit Sedimentdefizit auftreten. Im Bereich der Ökologie sind meist strukturelle Mängel zu finden, die in vielen Fällen mit der Beeinflussung des Sedimentkontinuums bzw. der veränderten Flussmorphologie in Zusammenhang stehen. Die Wiederherstellung bzw. die Verbesserung des Sedimentkontinuums, v. a. die Förderung des natürlichen Durch-/Weitertransportes von Feststoffen an Bauwerken, könnte in vielen Fällen eine Verminderung der Probleme bewirken.

Im Bereich des in den freien Fließstrecken der Flüsse vorherrschenden Sedimentdefizits sind es vor allem die Sohleintiefung und die Unterspülung von Bauwerken, die in den Vordergrund treten. Die Auswirkungen von Sedimentdefizit sind im Gegensatz zum Überschuss oft nicht sofort erkennbar und nur durch lange Messreihen oder bei massiven Veränderungen, wie z.B. Sohldurchschlag oder Verwerfungen, festzustellen.

Ein großes Problem, das im Zusammenhang mit dem Feststoffüberschuss auftritt, ist die Weiterbehandlung (Wiederverwertung/-einbringung bzw. Ent-

sorgung/Deponierung) von Räumgut, welches bei der Instandhaltung von z.B. Sperren und Speichern anfällt. Durch das Abfallwirtschaftsgesetz wird die Möglichkeit der Einbringung flussab sehr stark begrenzt, was das derzeit herrschende Defizit in den freien Fließstrecken noch zusätzlich verstärkt.

Der Handlungsbedarf der einzelnen Sektoren zeigt einen hohen Grad (rund 88%) an Übereinstimmung bzw. keine Überlappung/Neutralität. Widerspruch besteht nur in einigen wenigen Fällen (~2%). Generell zeigt sich, dass eine Zusammenarbeit der Sektoren zur Lösung von Feststoffproblemen erforderlich ist, wodurch Synergieeffekte in den einzelnen Bereichen erwartet werden. Als Beispiel sei hier die Entwicklung eines einzugsgebietsbezogenen Feststoffmanagementkonzepts (betreffend Erosion, Transport, Deposition, Remobilisierung usw.) genannt. Im Rahmen eines solchen Konzepts soll der Durchtransport (Kontinuum) oder die Wiedereinbringung von Material bei Wildbachsperren bzw. Speichern und Stauräumen und anderen Querbauwerken, unter der Einhaltung ökologischer und flussbaulicher Rahmenbedingungen, in den Vorfluter ermöglicht werden, und damit gleichzeitig das Überschussproblem in den Rückhalteräumen verringert bzw. das Defizit in den freien Fließstrecken minimiert werden.

Oft angeführt wurde auch die Notwendigkeit der Grundlagenforschung zu Feststoffquellen, -potenzialen und Eintragungswegen sowie Sedimenttransport, die Untersuchung von Wechselwirkungen zwischen Feststoffhaushalt/Morphologie und Biotik und Bauwerken, und die Erforschung der Auswirkungen von hydrologischen Änderungen bzw. des Klimawandels auf den Feststoffhaushalt, Sedimenttransport und die Morphologie. Einen weiteren wichtigen Punkt stellt der Forschungsbedarf in Hinblick auf die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen, wie z.B. die Erhaltung/Wiederherstellung des Sedimentkontinuums, die Evaluierung und Entwicklung von Bauwerkstypen, die den Weiter-/Durchtransport von Feststoffen ermöglichen, oder die Optimierung und Entwicklung von Maßnahmen zur nachhaltigen Stabilisierung der Sohle dar. Dabei spielen physikalische Modellversuche großen Maßstabs eine wichtige Rolle, auch in der Prozessforschung. In den meisten Sektoren wurden auch die Ausweitung bzw. der Aufbau eines Querprofilmessnetzes und die Weiterentwicklung von Messsys-

temen zur Erfassung des Feststofftransportes gefordert. Zeitlich und räumlich regelmäßige Querprofilmessungen sind die Grundvoraussetzung für eine rechtzeitige Erfassung von Problemen im Zusammenhang mit dem Sedimenthaushalt, und Messungen des Feststofftransportes sind für die Kalibrierung von numerischen Modellen und die Planung von Maßnahmen notwendig.

Im Bereich des Managements und der rechtlichen Grundlagen wird ebenfalls Handlungsbedarf gesehen. Beispiele dafür sind die Mitberücksichtigung von Feststoffen bei der Hochwasser-

risikoabschätzung/-management und bei der Entwicklung von Gewässerentwicklungskonzepten, oder die Erstellung einer zentralen Datenbank zur Erfassung durchgeführter Messungen.

Basierend auf den Ergebnissen wurde eine Umsetzungsstrategie des Handlungsbedarfs im Rahmen SED_AT Phase II erstellt und während des Abschlussworkshops diskutiert und akkordiert. Wichtig ist die Umsetzung des Programms als Grundlage für den NGP 3, wobei die Phase II neben dem oben vorgestellten Handlungsbedarf auch die Zusammenfassung von Maßnahmen sowie deren Evaluierung

zur Erarbeitung von Best-Practice-Beispielen beinhalten sollte.

5. Danksagung

Die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für ein Lebenswertes Österreich wird dankend anerkannt. Die AutorInnen danken weiters den verschiedenen Stakeholdern und ExpertInnen, die bei der Erstellung und beim Ausfüllen der Fragebögen mitgewirkt haben und ihr Wissen im Rahmen von Gesprächen zur Verfügung gestellt haben. ■

Literatur

BMLFUW-UW.4.1.2/0011-I/4/2010 (2010): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2009- NGP 2009. Abgerufen von <http://www.wasseraktiv.at/resources/files/2010/3/30/1136/ngp-textdokument-30-03-2010.pdf>, 2013-01-14.

Habersack, H., Bürgel, J., Petrascheck, A. (2004): Analyse der Hochwasserereignisse vom August 2002- Flood Risk, Synthesebericht.

Habersack, H. (2009): Feststoffhaushalt, Flussmorphologie, ökologischer Zustand und Hochwasserschutz. Hintergrundpapier NGP, Wien. Abgerufen von: http://wisa.bmlfuw.gv.at/fachinformation/gewaesserbewirtschaftungsplan/ngp-2009/hintergrunddokumente/allgemeines/allg_higru_ow.html, 2014-04-29.

Habersack, H., Klösch, M., Blamauer, B. (2013): Flussrückbau und Sohlstabilisierung am Beispiel der Oberen Drau. Wasserwirtschaft, 103, Heft 7-8, S. 69-73.

Habersack, H., Liedermann, M., Tritthart, M., Hauer, C., Klösch, M., Klasz, G., Hengl, M. (2012): Maßnahmen für einen modernen Flussbau betreffend Sohlstabilisierung und flussrückbau - Granulometrische Sohlverbesserung, Bühnenoptimierung, Uferückbau und Gewässernetzung. Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 11(12/12), 571-581.

Hauer, C. (2013): Eco-hydraulic modelling and river morphodynamics in context of the European Water-Management Directives (Floods-, Water Framework-, Renewable Resources-). Universität für Bodenkultur Wien; Habilitationsschrift im Fach Ökohydraulik und Naturnaher Wasserbau.

Richtlinie 2000/60/EG 2000 (2000): The EU Water Framework Directive - integrated river basin management for Europe. European Commission.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH**

bmlfuw.gv.at

FÜR EIN LEBENSWERTES ÖSTERREICH.

UNSER ZIEL ist ein lebenswertes Österreich in einem starken Europa: mit reiner Luft, sauberem Wasser, einer vielfältigen Natur sowie sicheren, qualitativ hochwertigen und leistbaren Lebensmitteln.

Dafür schaffen wir die bestmöglichen Voraussetzungen.

WIR ARBEITEN für sichere Lebensgrundlagen, eine nachhaltige Lebensart und verlässlichen Lebensschutz.



**MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWEERTES
ÖSTERREICH**