

Kanton Bern

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion BVE
Justiz-, Gemeinde- und Kirchendirektion JGK
Volkswirtschaftsdirektion VOL

GEKOBE.2014



**Strategische Planungen 2011 - 2014
nach GSchG/GSchV**

**Sanierung des Geschiebe-
haushaltes
im Kanton Bern**

Schlussbericht - Allgemeiner Teil

Impressum

Titel

Gewässerentwicklungskonzept Bern - GEKOB.E.2014, Strategische Planungen nach GSchG/GSchV, Sanierung des Geschiebehaushaltes im Kanton, Schlussbericht – Allgemeiner Teil

Ämter und Fachstellen

AWA Amt für Wasser und Abfall

TBA Tiefbauamt Kanton Bern

LANAT Amt für Landwirtschaft und Natur

AGR Amt für Gemeinden und Raumordnung

Autoren

Lukas Hunzinger, Flussbau AG SAH

Michael Pauli, Flussbau AG SAH

Datum/Version

v0	17.7.2014	Übernahme Dokumentstruktur DOCP-#413070-v3-GEKOB.E_PL_20131121_Dokumentstruktur.doc, Michael Pauli
v1	22.7.2014	Text aus Zwischenbericht GEKO-BE_TP4_Bericht_140130.doc übernommen, Michael Pauli
v2	30.8.2014	Entwurf Schlussbericht Allgemeiner Teil, Lukas Hunzinger
v3	30.11.2014	Schlussbericht Allgemeiner Teil, Lukas Hunzinger, Michael Pauli

Dokument

GEKOB.E_TP4_Allgemeiner_Teil_v3.docx

Produktübersicht

Thema	Produkt	Autoren
Gewässerraum	Arbeitshilfe Gewässerraum	TP1, georegio
	Tool "Gerechnete natürliche Sohlenbreite"	TP1, Sigmaplan
	Merkblätter BE und CH	TP1, georegio
	Gewässerraum stehende Gewässer	TP1
	Projektgrundlagen	TP1
Revitalisierung	Schlussbericht BAFU	TP2a, Sigmaplan
	Karten Nutzen.80 und Priorität.20	<i>TP2a, Sigmaplan</i>
	Objektblätter	<i>TP2a, Sigmaplan</i>
	Kurzbericht Revitalisierung	<i>TP2a, Sigmaplan</i>
Fischwanderung	Schlussbericht BAFU	TP2b, Sigmaplan
	Exceltabelle und Objektblätter	TP2b, Sigmaplan
	Kartenübersicht	TP2b, Sigmaplan
	Kurzbericht Fischwanderung	TP2b, Sigmaplan
Schwall-Sunk	Schlussbericht BAFU	TP3, Limnex
Geschiebehaushalt	Schlussbericht BAFU	TP4, Flussbau
	Berichte Einzugsgebiete	TP4, Flussbau
	Objektblätter Anlagen	TP4, Flussbau
	Kartenübersicht	TP4, Flussbau
Sanierung Wasserkraft	Arbeitshilfe SanWK	PL, Sigmaplan
Gesamtübersicht	Broschüre	PL, naturaqua
	Webseite	PL, naturaqua
	Geodatensammlung, Anleitung	PL, Sigmaplan
	Einzugsgebiets-Übersichten	PL, naturaqua
	Koordinationstabellen	Sigmaplan
	Grundlagensammlung	PL, naturaqua
	Kommunikationshilfsmittel	PL, naturaqua
	Projektdokumentation	PL, naturaqua

Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung des revidierten Gewässerschutzgesetzes erarbeitet der Kanton Bern die strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes seiner Fliessgewässer. Für insgesamt rund 600 km Fliessgewässer, aufgeteilt in 14 zusammenhängende Gewässersysteme wird die mittlere jährliche Geschiebefracht im Ist-Zustand und im Referenz-Zustand (Zustand ohne Anlagen) geschätzt und mit der Fracht verglichen, welche erforderlich wäre, um die Anforderungen von Tieren, Pflanzen an deren Lebensräume zu erfüllen.

Wasserkraftanlagen, Kiesentnahmen und Geschiebesammler führen dazu, dass auf 56 % der betrachteten Gewässerlänge die Geschiebeführung wesentlich, stark oder sehr stark beeinträchtigt ist. Von 280 näher untersuchten Anlagen werden 56 als sanierungspflichtig klassiert. Für diese Anlagen werden bauliche oder betriebliche Massnahmen zur Sanierung vorgeschlagen und eine Frist zur Umsetzung der Massnahmen bestimmt.

Geschiebesammler beeinflussen im ganzen Kanton die Geschiebeführung der Gewässer und sind häufig sanierungspflichtig. Aus Gründen des Hochwasserschutzes kann man oftmals nicht auf einen Geschiebesammler verzichten. Aus diesem Grund stehen betriebliche Massnahmen zur Verbesserung der Geschiebeführung im Vorfluter im Vordergrund.

In den 1960er und 1970er Jahren wurde an manchen Gewässern Geschiebe in grossen Mengen entnommen (z.B. Zulg, Aare unterhalb Bern, Saane, Emme). Die Entnahmen wurden seither reduziert. Dennoch gibt es heute noch mehrere Entnahmestellen, welche die Geschiebeführung beeinflussen. Die Kiesentnahmen aus den Fliessgewässern müssen vermindert oder eingestellt werden.

Im Mittelland unterbrechen Flusstauhaltungen die Geschiebeführung vollständig (Wohlensee, Schiffenensee, Stausee Niederried). Im Jura gibt es zahlreiche kleine Flusstauhaltungen, welche oftmals von Hand reguliert werden. Die Rückhalteräume hinter den Wasserkraftanlagen sind in der Regel klein. Weil aber auch die Geschiebeführung gering ist, kann sich darin ein beträchtlicher Teil einer mittleren jährlichen Fracht ablagern.

Die Sanierung des Geschiebehaushaltes der Fliessgewässer im Kanton Bern wird auf einer relativ grossen Flughöhe geplant. In den kommenden Jahren muss die Planung konkretisiert werden. Dazu steht das Instrument des Gewässerrichtplans nach dem neuen kantonalen Wasserbaugesetz zur Verfügung. An Gewässern, für welche kein Gewässerrichtplan vorgesehen ist, wird der Kanton die Sanierung des Geschiebehaushaltes Gemeinden übergreifend vornehmen. Einzelne Anlagen werden von ihren Betreibern im Rahmen von Einzelprojekten schon vorgezogen saniert.

Die Erhöhung der Geschiebeführung entfaltet ihre Wirkung dann am stärksten, wenn das Gewässer naturnah ist und Platz hat, um die für Tiere, Pflanzen und Lebensräume notwendigen morphologischen Strukturen zu bilden. Die Sanierung des Geschiebehaushaltes wird deshalb eng mit der Revitalisierungsplanung verknüpft.

Inhalt

1. Einleitung.....	9
2. Grundlagen.....	9
3. Projektorganisation.....	11
4. Generelles Vorgehen.....	13
4.1. Anwendung der Vollzugshilfe.....	13
4.2. Dokumentation.....	13
4.3. Koordination mit Nachbarkantonen.....	15
5. Die Arbeitsschritte im Einzelnen.....	17
5.1. Abgrenzung der zu bewertenden Gewässer (Schritt 1).....	17
5.2. Erhebung aller relevanten Anlagen (Schritt 2).....	20
5.3. Aktuelle und natürliche Morphologie der Gewässer (Schritt 3).....	22
5.4. Grobbeurteilung der Anlagen, Bezeichnung der beeinträchtigten Gewässerstrecken (Schritt 4).....	22
5.5. Abschätzung des Geschiebeaufkommens (Schritt 5).....	22
5.6. Abschätzen der erforderlichen Geschiebefracht (Schritt 6).....	23
5.7. Quantifizieren des Einflusses der Anlagen auf den Geschiebehalt (Schritt 7).....	25
5.8. Längenprofil Geschiebefracht im unbeeinflussten Zustand und im Ist-Zustand (Schritt 8).....	25
5.9. Bezeichnen der Gewässerstrecken mit wesentlicher Beeinträchtigung des Geschiebehalt (Schritt 9).....	26
5.10. Beurteilen des ökologischen Potenzials und des Grads der Beeinträchtigung (Schritt 11).....	27
5.11. Bezeichnen der Anlagen, wo Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehalt erforderlich sind (Schritt 10).....	30
5.12. Beurteilung der Machbarkeit von Sanierungsmassnahmen (Schritt 12).....	31
5.13. Liste der Anlagen, deren Inhaber Massnahmen treffen müssen und Fristen zu deren Umsetzung (Schritt 14).....	33
5.14. Angaben zur Berücksichtigung anderer Massnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensräume (Schritt 15).....	33
5.15. Sonderregelung für Anlagen, bei welchen der Bedarf zur Sanierung noch nicht nachgewiesen ist (Schritt 16).....	33
6. Zusammenfassung der Ergebnisse.....	34
6.1. Beeinträchtigte Gewässerabschnitte.....	34
6.2. Sanierungspflichtige Anlagen.....	34
6.3. Kostenschätzung.....	35
6.4. Grenzen der Aussagekraft.....	35
6.5. Umsetzung der strategischen Planung.....	37
7. Glossar.....	41

Anhang

- Anhang 1 Charakterisierung der Gewässersysteme
 Anhang 2 Relevante Anlagen

Inhalt

Beilagen

- Beilage 1 Gewässersysteme und Anlagen
- Beilage 2 Beeinträchtigung der Geschiebeführung
- Beilage 3 Ökomorphologischer Zustand
- Beilage 4 Nutzen für Natur und Landschaft
- Beilage 5 Handlungsbedarf und Nutzen der Geschiebesanierung
- Beilage 6 Beeinträchtigung der Geschiebeführung nach Massnahmen

1. Einleitung

Im Rahmen der Umsetzung des revidierten Gewässerschutzgesetzes GSchG erarbeitet der Kanton Bern die strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes seiner Fliessgewässer.

In einem Zwischenbericht per 30. Januar 2014 wurden die Arbeiten der Phase 1 dokumentiert [6]. Im Zwischenbericht wurden die verwendete Methode, die fachlichen Grundlagen der Sanierungsplanung und die Ergebnisse der Massnahmenvorbereitung dargestellt. Mit dem vorliegenden Schlussbericht werden diese Ergebnisse mit den Resultaten der bereinigten Planung ergänzt. Der Schlussbericht enthält insbesondere eine Liste der sanierungspflichtigen Anlagen mit den für die Sanierung des Geschiebehaushaltes notwendigen Massnahmen. Im Weiteren sind im Schlussbericht die Anmerkungen verarbeitet worden, welche das Bundesamt für Umwelt [7] und die Fachstellen des Kantons zum Zwischenbericht vom Januar 2014 gemacht haben.

Der Schlussbericht umfasst fünfzehn Teildokumente. Das erste Teildokument mit dem allgemeinen Teil beschreibt die Methodik und fasst die Resultate zusammen. In weiteren Teildokumenten werden die Ergebnisse für 14 Gewässersysteme dargestellt. Die wichtigsten Ergebnisse sind zudem auf Kartenbeilagen abgebildet und in einem GIS-Datensatz zur weiteren Verwendung abgelegt.

2. Grundlagen

- [1] GSchG, Gewässerschutzgesetz, SR 814.20, Stand 1. Januar 2011.
- [2] WBG, Wasserbaugesetz des Kantons Bern, BSG 751.11, Änderungen vom 1. Januar 2015.
- [3] Schälchli U., Kirchhofer A. 2012: Sanierung Geschiebehaushalt. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. *Bundesamt für Umwelt*, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1226: 74 S.
- [4] Göggel W. 2012: Revitalisierung Fliessgewässer. Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. *Bundesamt für Umwelt*, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1208: 42 S.
- [5] Abschätzung der mittleren jährlichen Geschiebelieferung in Vorfluter. Praxishilfe. *Hunziker Zarn & Partner, Lehmann Hydrologie-Wasserbau, belop gmbh*, im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, März 2013.
- [6] GEKOB.2014, Strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes im Kanton Bern, Zwischenbericht – Allgemeiner Teil. *Flussbau AG SAH*, 30.01.2014.
- [7] Besprechung Zwischenbericht Geschiebe Kanton Bern. Protokoll der Sitzung vom 20.03.14.
- [8] GEKOB.2014 TP2a, 80-Jahres-Karte der Ergebnisse der Revitalisierungsplanung, Stand 24.11.14. *Sigmaplan AG*, Bern.
- [9] Ökomorphologie der Fliessgewässer. *Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern*, Nachführung Stand 31.12.2009.
- [10] GN5: Gewässernetz des Kantons Bern 1:5'000. © *Tiefbauamt des Kantons Bern*, Zeitstand: 2010, Version: 2.
- [11] Bilanz Einzugsgebiete des Kantons Bern 1:5'000. © *Tiefbauamt des Kantons Bern*, Zeitstand: Januar 1999.
- [12] Simme. Studie über den Geschiebehaushalt. *Flussbau AG SAH, NDR Consulting GmbH*, im Auftrag des Tiefbauamtes des Kantons Bern, Dezember 2013.
- [13] Handbuch / Dokumentation EconoMe 2.2: Online-Berechnungsprogramm zur Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Januar 2012.

3. Projektorganisation

Die strategischen Planungen in Zusammenhang mit der Umsetzung des revidierten Gewässerschutzgesetzes sind im Kanton Bern in einem Gesamtprojekt mit dem Titel «GEKOB.E.2014» organisiert. Die strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes wird als «Teilprojekt 4 Geschiebehaushalt» bezeichnet. Die Federführung bei diesem Teilprojekt liegt beim Tiefbauamt des Kantons Bern (Oliver Hitz, OIK I). Die Flussbau AG SAH leistet die fachliche Unterstützung.

Im Leitungsgremium des Teilprojektes Geschiebehaushalt sind die Projektleiter des Teilprojekts 2 Revitalisierung (Willy Mueller, FI) und des Teilprojekts 3 Schwall-Sunk (Judith Monney, AWA) sowie weitere kantonale Fachstellen vertreten. Diese Organisationsform gewährleistet den Austausch zwischen den verschiedenen Teilprojekten und erleichtert die Abstimmung zwischen den strategischen Planungen der verschiedenen Fachbereiche.

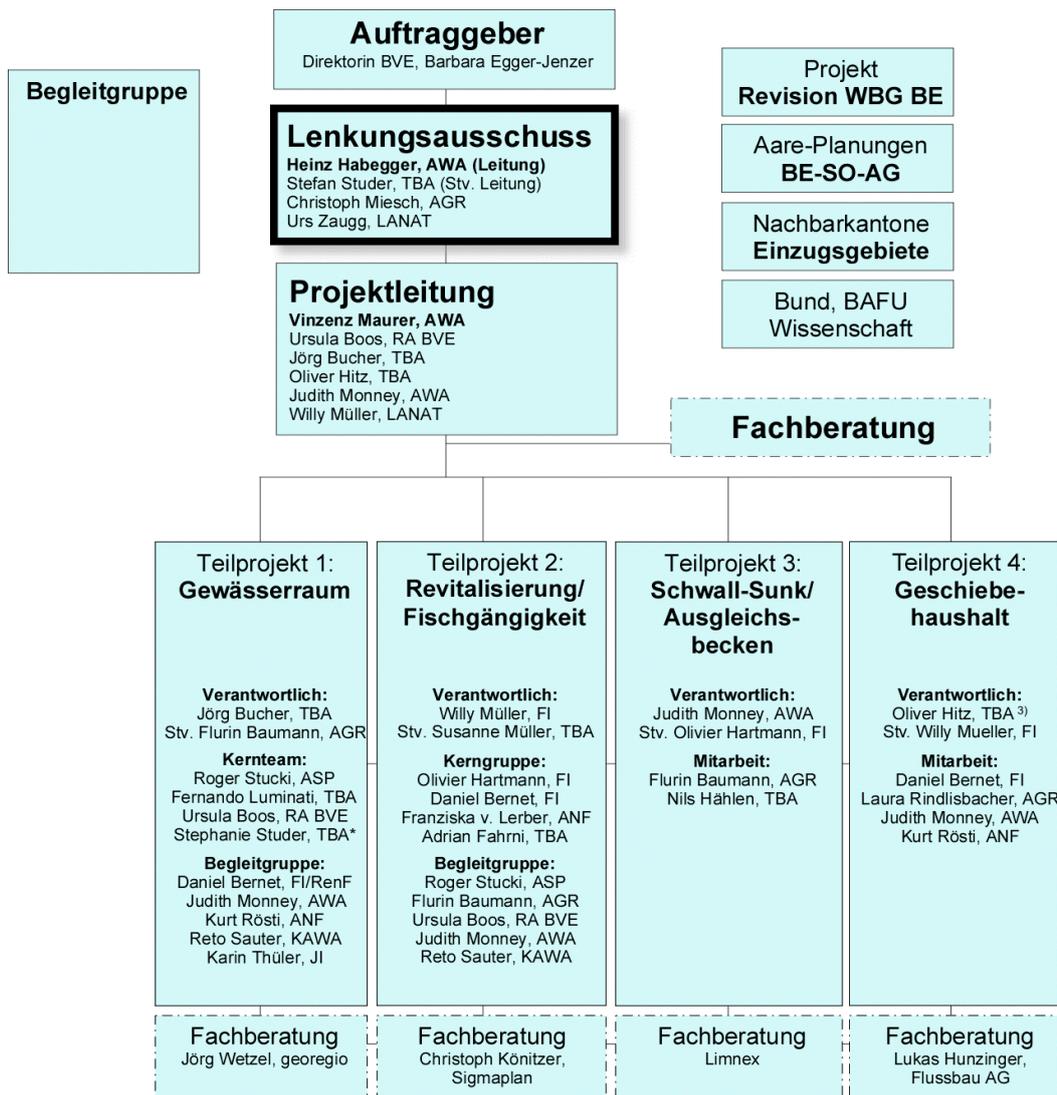


Abb. 1: Organigramm «GEKOB.E.2014», Version vom Januar 2013.

4. Generelles Vorgehen

4.1. Anwendung der Vollzugshilfe

Das Vorgehen bei der strategischen Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes orientiert sich an dem in der Vollzugshilfe des BAFU [3] vorgeschlagenen Vorgehen. Dieses unterteilt die Phase 1 in 17 Schritte, welche zu einem Schnelltest, einer Grundbewertung, einer Massnahmenvorbereitung und einer Bereinigung zusammengefasst werden (Abb. 2 und Abb. 3). Die Methodik wurde dort, wo es notwendig und sinnvoll schien, an die spezifischen Verhältnisse im Kanton Bern angepasst. Der vorliegende Bericht beschreibt das Vorgehen insbesondere dort, wo es von der Methodik in der Vollzugshilfe abweicht.

Das Gewässerschutzgesetz verlangt die Sanierung von Anlagen, wenn diese den Geschiebehaushalt der Gewässer so verändern, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt oder der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt sind (Art. 43a GSchG). Gesetz und Verordnung, und somit auch die Vollzugshilfe, legen den Fokus auf die Anlagen an einem Gewässer und deren Sanierungspflicht.

Bei der strategischen Planung im Kanton Bern wurde der Fokus dagegen zuerst auf das Gewässer gerichtet. Erst wenn sich herausstellte, dass die Geschiebeführung eines Gewässers beeinträchtigt ist, und dass die Sanierung des Geschiebehaushaltes einen Nutzen für Natur und Landschaft entfalten könnte, wurden die Anlagen bezeichnet, welche die Geschiebeführung beeinträchtigen und somit sanierungsbedürftig sind. Als Konsequenz dieses Ansatzes wurden im Rahmen der Phase 1 der strategischen Planung der Schritt 4 und somit der Schnelltest für die Beurteilung von Anlagen übersprungen und dafür die wesentlichen quantitativen Elemente der Grundbewertung erarbeitet (Schritte 5 bis 9). Ebenso wird der Schritt 11 vor dem Schritt 10 ausgeführt.

4.2. Dokumentation

Die Ergebnisse der strategischen Planung sind in einem Bericht je Gewässersystem zusammengefasst. Die Berichte enthalten eine Beschreibung der Zielgewässer mit ihrer Morphologie, eine Auflistung von Anlagen in deren Einzugsgebiet, das Längenprofil der Geschiebefracht (Anhang A) und eine Beurteilung darüber, ob im Gewässer der Geschiebehaushalt saniert werden soll oder nicht. Schliesslich werden für die sanierungsbedürftigen Anlagen Massnahmen zur Sanierung vorgeschlagen (Objektblätter im Anhang B) und das Längenprofil der Geschiebefracht nach Massnahmen dargestellt (Anhang C).

Die Ergebnisse sind zudem in den Beilagen 1 bis 6 kartographisch dargestellt und in einem einfachen Datenmodell als GIS-Daten abgelegt.

Die relevanten Anlagen sind mit einer eindeutigen, achtstelligen Kennziffer versehen. Darin bezeichnen die ersten fünf Stellen das Gewässersystem und das Zielgewässer, der Buchstabe den Anlagentyp (W = Wasserkraft, G = Geschieberückhalt und K = Kiesentnahme) und die letzten zwei Ziffern eine fortlaufende Nummer der relevanten Anlagen im Gewässersystem.

Im Beispiel mit der Kennziffer *HaA02W01* bedeuten:

<i>HaA02:</i>	Gewässersystem Hasliaare mit Zielgewässer 02 Gadmerwasser (vgl. Anhang 1)
<i>W:</i>	Wasserkraftanlage
<i>01:</i>	Relevante Anlage Nummer 01 im Gewässersystem

Generelles Vorgehen

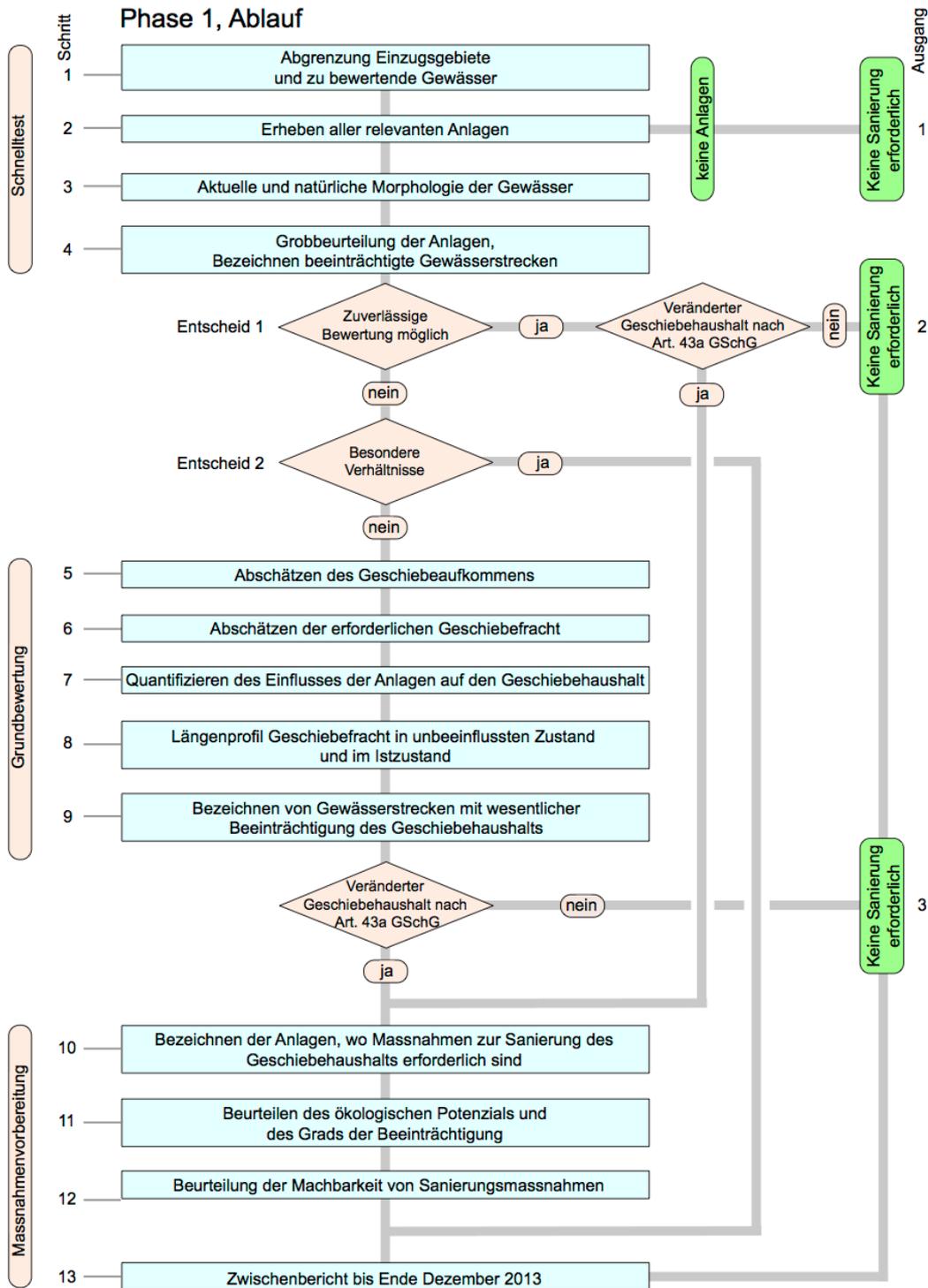


Abb. 2: Ablauf der Phase 1 der strategischen Planung aus [3].

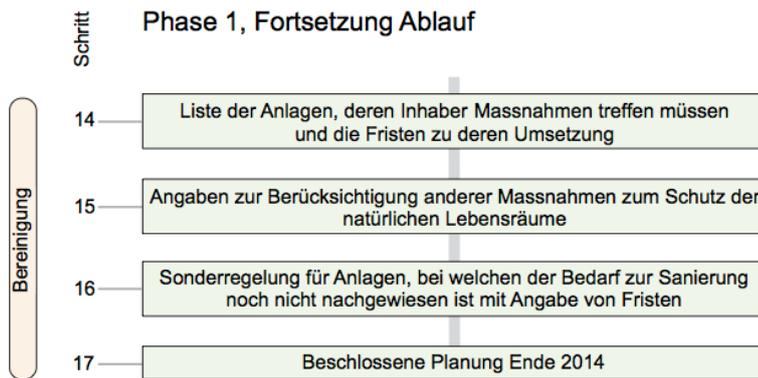


Abb. 3: Ablauf der Phase 1 der strategischen Planung, Teil 2, aus [3].

4.3. Koordination mit Nachbarkantonen

Bei Gewässern welche entlang oder über die Kantonsgrenze fliessen wurden die massgeblichen Ergebnisse, namentlich die ermittelte Geschiebefracht im Ist-Zustand und im Referenz-Zustand unter den mit der Planung beauftragten Büros ausgetauscht. Unter Umständen wurde ein Grenzgewässer ganz im Rahmen der strategischen Planung im Kanton Bern beurteilt (Tab. 1).

Tab. 1: Datenaustausch bei grenzüberschreitenden Gewässern.

Gewässer	Datenaustausch
Saane Oberlauf	Daten an Kanton Waadt
Saane Unterlauf	Daten von Kanton Freiburg erhalten
Sense	im Kanton Bern bearbeitet (Abschnitt Zollhaus bis Laupen)
Ilfis	Daten von Kanton Luzern erhalten
Emme	im Kanton Bern bearbeitet, Daten an Projekt interkantonale Aareplanung
Önz	Daten an Projekt interkantonale Aareplanung
Langete	Daten an Projekt interkantonale Aareplanung
Birs	Daten an Kanton Jura

5. Die Arbeitsschritte im Einzelnen

5.1. Abgrenzung der zu bewertenden Gewässer (Schritt 1)

Die Gewässersysteme im Kanton Bern wurden anhand des Gewässernetzes [10] und der Bilanz Einzugsgebiete [11] abgegrenzt. Es wurden 14 zusammenhängende Gewässersysteme abgegrenzt, in welchen ein Geschiebekontinuum besteht oder in welchen ein solches nach der Sanierung von Anlagen möglich ist (Tab. 2 und Abb. 4 bzw. Beilage 1). Die Einzugsgebiete der betrachteten Gewässersysteme haben Flächen zwischen 47 km² und 5'000 km². Innerhalb der Gewässersysteme wurden Zielgewässer definiert, für welche der Grad der Beeinträchtigung der Geschiebeführung ermittelt wird.

Für die Auswahl der Zielgewässer wurden die folgenden Kriterien herangezogen:

- Das Zielgewässer muss als Fischgewässer bezeichnet sein.
- Das Gefälle des Zielgewässers soll höchstens 5 % betragen. In steileren Gewässern ist die Fischwanderung durch natürliche Stufen ohnehin verhindert.
- Das Einzugsgebiet des Zielgewässers muss eine minimale Grösse aufweisen, damit es als massgebliches Fischgewässer betrachtet wird und dass auf der Flughöhe der strategischen Planung quantitative Aussagen zur Geschiebeführung im Ist-Zustand und zur erforderlichen Geschiebeführung möglich sind.
- Die Seitenzubringer der Zielgewässer werden als tatsächliche oder potenzielle Geschiebelieferanten in die Betrachtung miteinbezogen. Anlagen, welche in einem Seitenzubringer Geschiebe zurück halten können (z.B. Geschiebesammler oder Wasserfassungen), werden ebenfalls untersucht, auch wenn sie nicht am Zielgewässer selber stehen.
- Die Aufteilung eines Zielgewässers in verschiedene Abschnitte soll helfen, die Sanierungsplanung übersichtlicher zu beschreiben. Für die Massnahmenplanung werden alle Zielgewässerabschnitte in einem Gewässersystem als Kontinuum betrachtet.

Die Wahl der Zielgewässer wurde mit Vertretern des Fischereiinspektorates des Kantons Bern abgesprochen. Damit konnte sichergestellt werden, dass keines der als bedeutend eingestuften Fischgewässer im Kanton von der Planung ausgeklammert wurde.

Die interkantonale Aare zwischen Bielersee und der Einmündung in den Rhein als 15. Gewässersystem wird in einem separaten Projekt der Kantone Bern, Solothurn und Aargau bearbeitet.

Die Arbeitsschritte im Einzelnen

Tab. 2: Gewässersysteme mit den betrachteten Zielgewässern.

Gewässersystem	Fläche EZG [km ²]	Zielgewässer	Abschnitt von	bis
Hasliaare	595	Aare Haslital	Guttannen, Mündung Rotloui	Innertkirchen, Mündung Urbachwasser
		Gadmerwasser	Gadmen, Zusammenfluss Stein- und Wendenwasser	Innertkirchen, Mündung in Aare
		Aare Meiringen	Innertkirchen, Mündung Urbachwasser	Brienz, Mündung in Brienersee
		Oltschikanal	Flugplatz Meiringen, Mündung Wandelbach	Brienz, Mündung in Brienersee
Lütschine	391	Schwarze Lütschine	Grindelwald, Mündung Weisse Lütschine	Zweilütschinen, Zusammenfluss mit Weisser Lütschine
		Weisse Lütschine	Stechelberg, Zusammenfluss Schmadri- und Sefine-Lütschine	Zweilütschinen, Zusammenfluss mit Schwarzer Lütschine
		Vereinigte Lütschine	Zweilütschinen, Zusammenfluss Schwarze und Weisse Lütschine	Bönigen, Mündung in Brienersee
Lombach	47	Lombach	Habkern, Mündung Traubach	Unterseen, Mündung in Thunersee
Kander	1'118	Kander Kandersteg	Kandersteg, Mündung Alpbach	Kandergrund, Mündung Stegenbach
		Kander Kandergrund	Kandergrund, Mündung Stegenbach	Frutigen, Mündung Engstlige
		Engstlige	Adelboden, Mündung Allebach	Frutigen, Mündung in Kander
		Kander Frutigen	Frutigen, Mündung Engstlige	Wimmis, Mündung Simme
		Chiene	Kiental, Zusammenfluss Spiggewasser und Gonerewasser	Kien, Mündung in Kander
		Suld	Suld, Mündung Latrejebach	Mülönen, Mündung in Kander
Kander Thunersee	Wimmis, Mündung Simme	Einigen, Mündung in Thunersee		
Chirel	133	Fildrich	Schwenden, Mündung Senggibach	Horboden, Mündung in Chirel
		Chirel	Vorderste Chirel, Mündung Ramsegräbli	Oey, Mündung in Simme
Simme	595	Simme Lenk	Lenk, Sammler Oberried unterhalb Mündung Bummerebach	Zweisimmen, Mündung Kleine Simme
		Simme Zweisimmen	Zweisimmen, Mündung Kleine Simme	Boltigen, Mündung Goldbach
		Simme Erlenbach	Boltigen, Mündung Goldbach	Oey, Mündung Chirel
		Simme Latterbach	Oey, Mündung Chirel	Wimmis, Mündung in Kander
Aare Bern	3'105	Zulg	Eriz, Mündung Sulzigraben	Steffisburg, Mündung in Aare
		Chise	Zäziwil, Mündung Zäzibach	Kiesen, Mündung in Aare
		Gürbe	Wattenwil, Mündung Fall- und Mettlbach	Belp, Mündung in Aare
		Aare Thun-Bern	Thun, Ausfluss Thunersee	Bern, Schwellenmätteli
		Worble	Worb, Mündung Aenggisteibach	Worblaufen, Mündung in Aare
		Aare Bern	Bern, Schwellenmätteli	Hinterkappelen, Stauwurzel Wohlensee
Saane Oberlauf	259	Saane Saanen	Gsteig, Mündung Rüschi	Saanen, Mündung Ruisseau de Fenils

Gewässersystem	Fläche EZG [km ²]	Zielgewässer	Abschnitt von	bis
Sense-Saane-Aare	5'112	Schwarzwasser	Rüschegg, Mündung Wissenbach	Mittelhäusern, Mündung in Sense
		Sense Zollhaus	Zollhaus, Zusammenfluss Warme und Kalte Sense	Mittelhäusern, Mündung Schwarzwasser
		Sense Mittelhäusern	Mittelhäusern, Mündung Schwarzwasser	Laupen, Mündung in Saane
		Saane Gümmenen	Düdingen, Ausfluss Stauwehr Schiffenen (FR)	Mühleberg, Mündung in Aare
		Aare Wohlensee - Bielersee	Mühleberg, Ausfluss Wohlensee	Hagneck, Mündung in Bielersee
Schüss	211	Schüss Sonceboz	Villeret, Mündung Ruisseau de la Combe Grède	Sonceboz, Mündung Tarreau de la Maure
		Schüss Bielersee	Sonceboz, Mündung Tarreau de la Maure	Biel, Mündung in Bielersee
Birs	193	Birs	Reconvilier, Mündung La Trame	Choindez, Ruisseau de Rebeuvelier (JU)
Emme	998	Trueb	Fankhus, Mündung Hüttenbach	Trubschachen, Mündung in Iffis
		Iffis	Kröschenbrunnen, Mündung Gumenbach	Emmenmatt, Mündung in Emme
		Emme Eggwil	Eggwil, Mündung Rötenbach	Emmenmatt, Mündung Iffis
		Grüne	Wasen, Churzeneibach / Hornbach	Lützelflüh, Mündung in Emme
		Emme Lützelflüh	Emmenmatt, Mündung Iffis	Burgdorf, Mündung Biembach / Dorfbach Oberburg
Emme Kirchberg	Burgdorf, Mündung Biembach / Dorfbach Oberburg	Luterbach, Mündung in Aare (SO)		
Önz	89	Önz	Wynigen, Mündung Gitzerbach	Graben, Mündung in Aare
Langete	201	Langete, Murg	Huttwil, Mündung Rotbach	Murgenthal, Mündung in Aare
Aare interkantonal	10'223	Aare Nidau-Murg	Nidau, Ausfluss Bielersee	Koblentz, Mündung in den Rhein

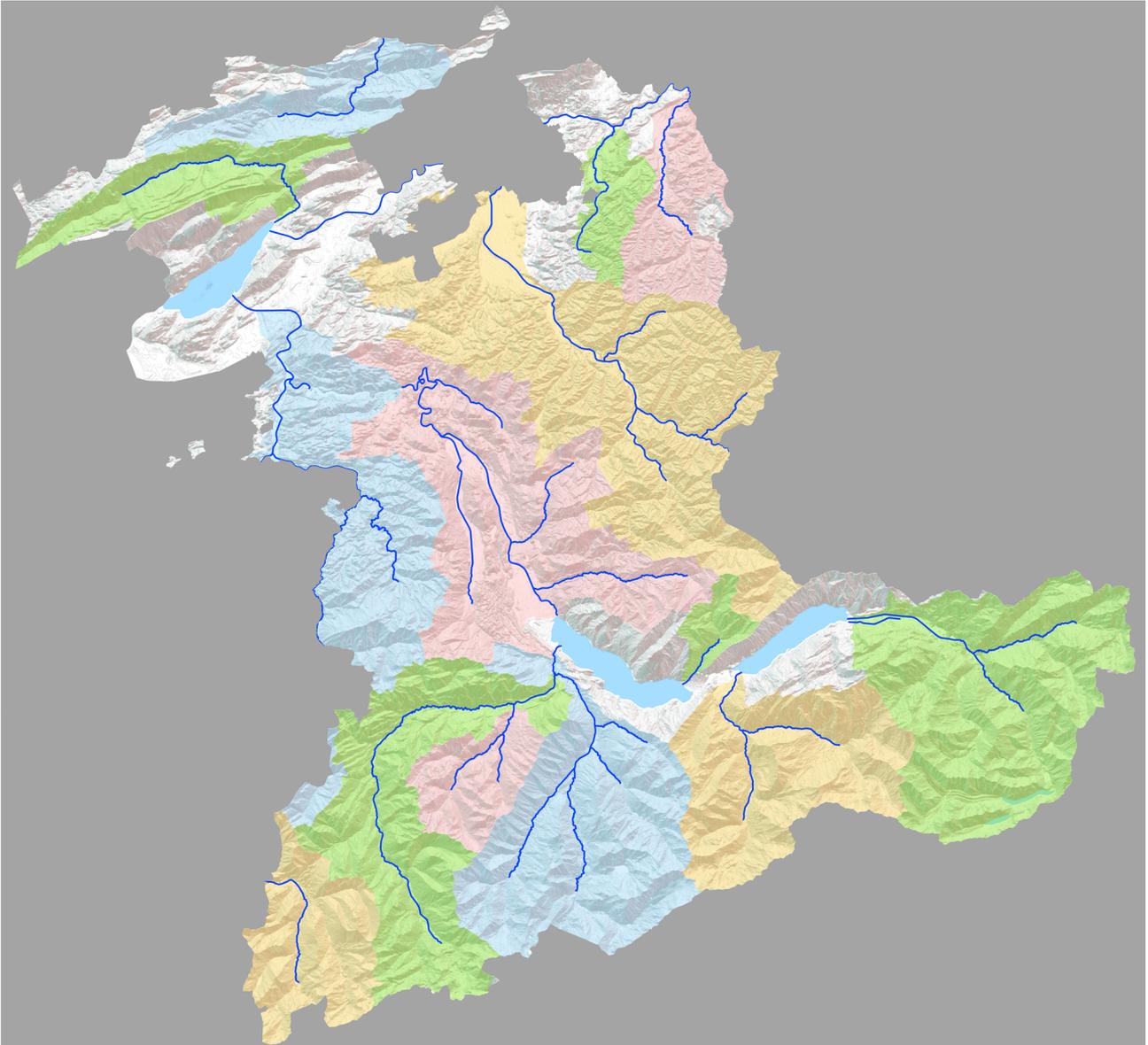


Abb. 4: Untersuchte Gewässersysteme mit den Zielgewässern.

5.2. Erhebung aller relevanten Anlagen (Schritt 2)

Relevante Anlagen sind Anlagen, welche das Geschiebekontinuum möglicherweise unterbrechen und für welche im Rahmen der strategischen Planung im Einzelfall untersucht wird, ob sie sanierungspflichtig sind oder nicht. Es wurden Geschieberückhaltebauwerke, Kiesentnahmen und Wasserkraftanlagen betrachtet. Alle relevanten Anlagen und das Ergebnis der Beurteilung sind in Anhang 2 aufgeführt.

Geschieberückhalt

Es wurden die Geschiebesammler in Zielgewässern und in ihren Zubringern erhoben. Als Grundlagen dienten (in chronologischer Reihenfolge ihrer Konsultation):

- die Datenbank Geschiebesammler des OIK I,
- Auskünfte von Wasserbauingenieuren in den Oberingenieurkreisen I bis IV
- die ökomorphologische Kartierungen im Kanton Bern (Bauwerke) und
- eigene Felderhebungen.

Aus diesen Quellen wurden insgesamt 1'500 Geschieberückhaltebauwerke für das gesamte Kantonsgebiet zusammengestellt, welche weiter untersucht wurden. Eine grosse Anzahl von Bauwerken, die in den Datensätzen der Ökomorphologie des Kantons Bern aufgeführt sind, sind sehr klein oder sind mit Geschiebe hinterfüllte Sperren. Sie wurden als nicht relevant betrachtet und nicht weiter untersucht. Sämtliche Anlagen sind in der Beilage 1 aufgeführt. Als sehr klein und somit als nicht relevant wird ein Geschiebesammler bezeichnet, wenn sein Volumen nur einen Bruchteil der mittleren jährlichen Geschiebefracht im Zielgewässer beträgt. Ein Geschieberückhalt von 50 m³ kann somit in einem Gewässersystem der Alpen, mit einer Jahresfracht von einigen 1000 m³/a als sehr klein bezeichnet werden. In einem Gewässersystem des Juras oder des Mittellandes wird ein Geschieberückhalt dieser Grössenordnung hingegen als relevant betrachtet.

Kiesentnahmen

Es wurden 30 Kiesentnahmen in Zielgewässern und in ihren Zubringern erhoben. Datenquellen waren

- die Kiesentnahmest Statistik des OIK I,
- Auskünfte von Wasserbauingenieuren in den Oberingenieurkreisen I bis IV
- Auskünfte von Schwellenkorporationen, Kraftwerksbetreibern, Kiesunternehmungen und Ingenieurbüros.

Die Angaben über die Kiesentnahmen sind oft ungenau und unvollständig. So unterhält der OIK I zwar eine ausführliche Statistik über Entnahmen, welche auf einer Entnahmebewilligung oder einer Konzession beruhen. Entnahmen, welche im Rahmen von Unterhaltsanzeigen getätigt werden, sind darin aber nicht enthalten und werden deshalb nicht berücksichtigt.

Kiesentnahmen an Seedeltas werden im Rahmen der strategischen Planung nicht als sanierungspflichtig betrachtet. Angaben zu den Entnahmemengen wurden aber verwendet, um im Schritt 8 das Längenprofil der Geschiebeführung zu verifizieren; dies insbesondere bei den Entnahmen an den Mündungen von Hasliaare, Lüttschine, Lombach und Kander.

Wasserkraft

Es wurden Wasserfassungen und Stauhaltungen an Zielgewässern und in ihren Zubringern erhoben. Datenquelle war die Anlagenstatistik des Amtes für Wasser und Abfall des Kantons Bern sowie die Liste der Bauwerke in der ökomorphologischen Kartierung. Insgesamt sind in Beilage 1 über 600 Wasserkraftanlagen bezeichnet. Angaben zu Entnahmen an der Stauwurzel von Flusstauhaltungen wurden von den Betreibern der Anlagen erfragt.

Die Jahresspeicher der Kraftwerke Oberhasli im Grimselgebiet wurden nicht im Einzelfall untersucht. Das hydrologische und sedimentologische Einzugsgebiet beginnt dort unterhalb der Anlagen.

Der Einfluss der Anlagen auf den Geschiebehaushalt im Zielgewässer wurde in einem späteren Schritt (Schritt 10) beurteilt.

Weitere Anlagen

Wildbachverbauungen (Sperrentreppen) wurden nicht erhoben. Diese Anlagen können die Mobilisation von Geschiebe aus dem Einzugsgebiet zwar vermindern, eine Sanierung im Sinne des Gewässerschutzgesetzes ist in der Regel aber unverhältnismässig. Beim Rückbau von Sperrentreppen wären andere umfangreiche Massnahmen zum Schutz vor Hochwasser auf dem Schwemmkegel notwendig. Anders sind die Verhältnisse im Einzugsgebiet der Emme: In den Seitengraben von Trueb, Ilfis und Grüene verhindern zahlreiche Holzsperrren die Mobilisation von Geschiebe, auch wenn die Gewässer nicht über einen Schwemmkegel in den Vorfluter münden. Diese Verbauungen wurden nicht einzeln beurteilt sondern ihr Einfluss pauschal erfasst, indem der Grad der Beeinträchtigung der Geschiebeführung in den betreffenden Zielgewässern um eine Stufe erhöht wurde.

Einengungen des Gewässers wurden ebenfalls nicht erhoben. Der Rückbau von Einengungen wird im Rahmen der Revitalisierungsplanung untersucht. Die strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes liefert hingegen die notwendige Grundlage, um im Rahmen der Revitalisierungsplanung abschätzen zu können, ob bei einer Verbreiterung des Gewässers genügend Geschiebe transportiert wird, so dass sich die gewünschten morphologischen Strukturen bilden können.

5.3. Aktuelle und natürliche Morphologie der Gewässer (Schritt 3)

Die Morphologie der Zielgewässer wurde quantitativ (Breite, Gefälle) und qualitativ (aktuelle und natürliche Gerinneform) beschrieben. Die Details dazu sind in Anhang 1 aufgelistet.

5.4. Grob beurteilung der Anlagen, Bezeichnung der beeinträchtigten Gewässerstrecken (Schritt 4)

Der Arbeitsschritt entfällt, weil für alle Gewässer eine Grundbewertung vorgenommen wurde.

5.5. Abschätzung des Geschiebeaufkommens (Schritt 5)

Um das Geschiebeaufkommen in den Teileinzugsgebieten der Zielgewässer zu bestimmen wurden Angaben aus bestehenden Studien (Geschiebehaushaltstudien, technische Berichte zu Gefahrenkarten etc.) verwendet.

In technischen Berichten zu Gefahrenkarten sind häufig Geschiebefrachten G_x am Kegelhalbs eines Seitenzubringers für 30-, 100- und 300-jährliche Hochwasserszenarien aufgeführt. Aus diesen Werten wurde in Anlehnung an [5] das Geschiebeaufkommen für ein 10-jährliches und ein 2-jährliches Ereignis abgeleitet. Das 10-jährliche Geschiebeaufkommen wurde für jedes Einzugsgebiet individuell extrapoliert. Für das 2-jährliche Geschiebeaufkommen wurde angenommen, dass es halb so gross sei, wie das 10-jährliche. Dieser Wert wurde aus eigenen Erfahrungen im Rahmen einer detaillierten Geschiebehaushaltstudie an der Simme abgeleitet [12].

Die Geschiebefrachten am Kegelhalbs wurden um die Ablagerung in Geschiebesammlern vermindert, weil nur ein Teil des im Einzugsgebiet mobilisierten Geschiebes den Vorfluter tatsächlich erreicht. Der Verlust durch Ablagerungen auf dem Schwemmkegel bei grossen Hochwasserereignissen wurde hingegen grösstenteils vernachlässigt.

Aus diesen (reduzierten) Ereignisfrachten unterschiedlicher Jährlichkeit G_x wurde ein jährlicher Geschiebeerwartungswert G_a für den Geschiebeeintrag des Seitenzubringers bestimmt. Dazu wurde jede Ereignisfracht mit der Eintretenswahrscheinlichkeit¹ des Ereignisses multipliziert und über alle betrachteten Szenarien summiert.

Es gilt:

$$G_a = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{10}\right)G_2 + \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{30}\right)G_{10} + \left(\frac{1}{30} - \frac{1}{100}\right)G_{30} + \left(\frac{1}{100} - \frac{1}{300}\right)G_{100} + \frac{1}{300}G_{300}$$

G_a ist gleichbedeutend mit dem mittleren Geschiebeeintrag über eine 300 Jahre dauernde Periode, wenn in diesem Zeitraum die o. g. Ereignisse entsprechend ihrer statistischen Häufigkeit auftreten (Abb. 5).

¹ Eintretenswahrscheinlichkeit = Überschreitungswahrscheinlichkeit minus die Überschreitungswahrscheinlichkeit des nächst grösseren betrachteten Szenarios

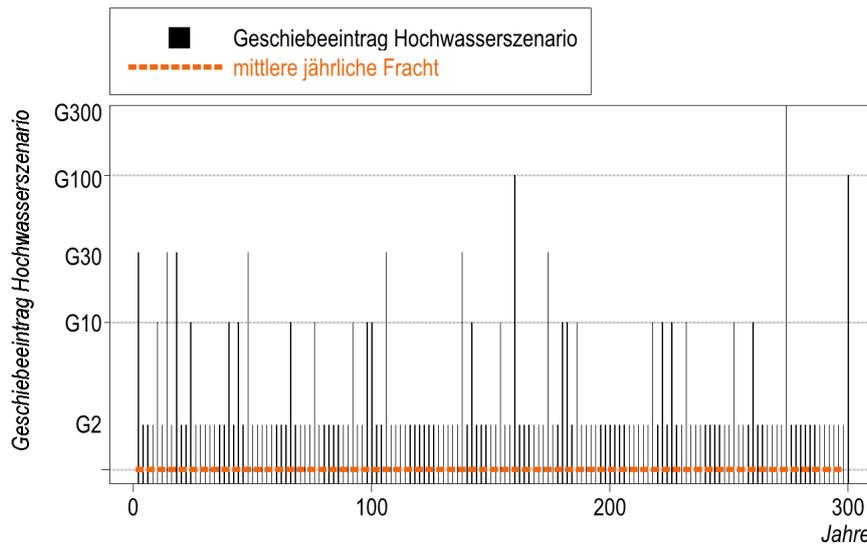


Abb. 5: Geschiebeerwartungswert als mittlere jährliche Fracht über eine 300 Jahre dauernde Periode.

5.6. Abschätzen der erforderlichen Geschiebefracht (Schritt 6)

Die erforderliche Geschiebefracht wurde nach der Methode aus dem Modul der Vollzugshilfe [3] bestimmt. Dabei wird die erforderliche Fracht als diejenige Geschiebefracht definiert, welche es erlaubt, jährlich eine 30 cm starke Kiesschicht auf den Kiesbänken des Gewässers im natürlichen Zustand zu erneuern. Die Grösse von Kiesbänken im natürlichen Zustand und damit das zu erneuernde Kiesvolumen soll aus alten Karten oder Luftbildern von natürlichen Gewässerabschnitten ermittelt werden. Das zu erneuernde Kiesvolumen wird in Funktion von Gerinneform und Gefälle mit Faktoren multipliziert, um daraus die erforderliche Geschiebefracht zu bestimmen.

In den steilen Gewässern im Berner Oberland wird mit dieser Methode die erforderliche Geschiebefracht unterschätzt, weshalb die in [3] vorgeschlagenen Korrekturfaktoren angepasst wurden (Tab. 3).

Tab. 3: Verwendete Faktoren für die Morphologie und die Transportkapazität

Gerinneform	Faktor Morphologie	Gefälle	Faktor Transportkapazität
mäandrierend	1.5	< 0.5 %	1.0
alternierende Bänke	2.0	0.5 % ... 1.0 %	2.0
verzweigt	3.0	1.0 % ... 3.0 %	4.0
		> 3.0 %	8.0

Für die Gerinneform (Morphologie) entsprechen die Faktoren der oberen Grenze des in [3] vorgeschlagenen Wertebereichs. Die Faktoren für die Geschiebetransportkapazität werden in Abhängigkeit des Gefälles festgelegt. Grundlage für die Definition der Faktoren bilden Berechnungen der Geschiebetransportkapazität in einem fiktiven, 10 m breiten Gerinne. Die Transportkapazität wurde für verschiedene Gefälle und bei Abflüssen von 20 m³/s und 40 m³/s bestimmt. Dabei wurden für steilere Gewässer grössere charakteristische Korndurchmesser für die Transportrechnung eingesetzt als in flacheren Gefällen. Das Ergebnis für die Berechnungen mit 20 m³/s ist in Abb. 6 dargestellt. Die Abbildung zeigt, wie sich die Transportkapazität für jede der in Tab. 3 definierten Gefälleklasse ungefähr verdoppelt. Je steiler das Gerinne ist, desto grösser ist der Anteil der Geschiebefracht, welche ohne sich abzulagern durchtransportiert wird und somit nicht zur Erneuerung von Kiesbänken beiträgt.

Die Arbeitsschritte im Einzelnen

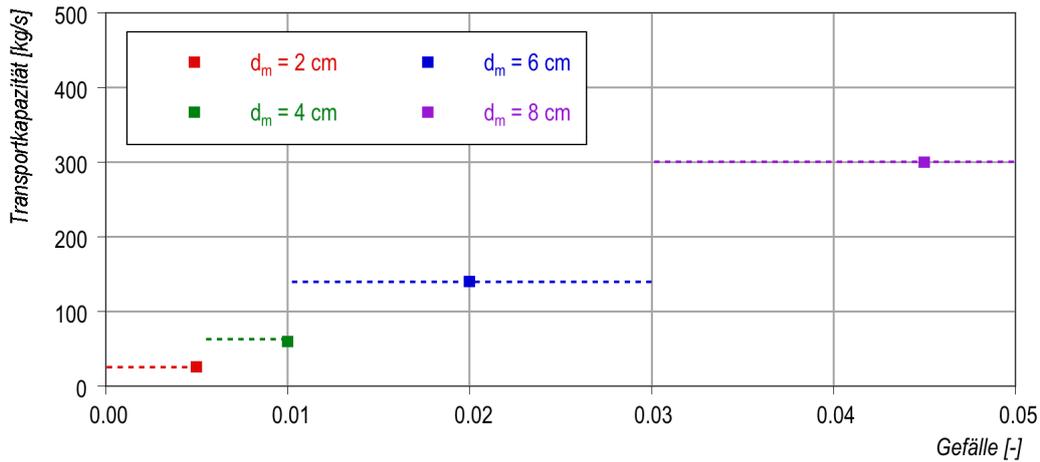


Abb. 6: Transportkapazität in Abhängigkeit des Gefälles und des mittleren Korndurchmessers d_m für ein fiktives Gerinne von 10 m Breite.

In steilen Gewässerabschnitten (z. B. im Gadmerwasser) ist die Morphologie durch Stufen-Becken-Abfolgen charakterisiert. Anstelle von Bankflächen wurde für diese Abschnitte der Anteil der Sohle abgeschätzt, welcher durch Kies und nicht durch grobe Blöcke abgedeckt ist. Dabei wurde eine Fläche betrachtet, deren Länge 12 mal der Breite des Flussbettes beträgt. Diese Länge entspricht einer morphologischen Einheitslänge. Wegen der grossen Korndurchmesser des Geschiebes wurde angenommen, dass die zu erneuernde Kiesschicht 50 cm statt 30 cm mächtig ist.



Abb. 7: Abschätzen des Sohlenanteils mit Kiesflächen am Gadmerwasser. Massstab 1:500, Luftbild map.geo.admin.ch.

In kleinen Gewässern lassen sich Bankstrukturen in Luftbildern oftmals nicht erkennen und auf alten Karten sind sie nicht dargestellt. Wo es nicht möglich war, die erforderliche Geschiebefracht auf die oben beschriebene Art und Weise zu ermitteln wurde sie der Geschiebefracht im Referenz-Zustand gleichgesetzt.

5.7. Quantifizieren des Einflusses der Anlagen auf den Geschiebehaushalt (Schritt 7)

Geschieberückhalt

Dieser Anlagentyp vermindert die Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiet. Der Einfluss auf die Geschiebeführung wird bestimmt, indem der Geschiebeerwartungswert eines Seitenzubringers (Schritt 5) einmal mit und einmal ohne Rückhalt von Geschiebe in Sammlern bestimmt wird. Die Art und Weise der Bewirtschaftung eines Geschiebesammlers konnte bei der Abschätzung nur punktuell berücksichtigt werden.

Kiesentnahmen

Die Entnahme vermindert entweder die Geschiebezufuhr aus dem Einzugsgebiet oder die Geschiebeführung direkt im Zielgewässer. Je nach Datengrundlage wurden die Entnahmemengen der letzten 10 bis 20 Jahre zu einer jährlichen Entnahmemenge gemittelt. Bei Entnahmen, die in den letzten Jahren eingestellt wurden, wurde fallweise abgeschätzt, ob sie die Geschiebeführung heute immer noch beeinflussen oder nicht.

Wasserkraft

Grosse Stauhaltungen unterbinden den Geschiebetransport in der Regel vollständig (z. B. Stausee Sannetsch, Wohlensee, Stausee Niederried). Im Rückstau kleiner Wasserkraftanlagen lagert sich häufig ein Teil des Geschiebes an der Stauwurzel ab, während ein anderer Teil durch den Stauraum durchtransportiert wird. Das abgelagerte Material muss dann ausgebagert werden. Die Menge wurde durch Rückfragen bei den Kraftwerksbetreibern ermittelt. Wird bei Anlagen kein Geschiebe entnommen, sondern mit regelmässigen Spülungen (jährlich oder häufiger) ans Unterwasser abgegeben, wird die Anlage als ohne Einfluss auf den Geschiebetransport bezeichnet.

In Anhang 2 ist festgehalten, ob eine Anlage Einfluss auf den Geschiebehaushalt hat und sie somit sanierungsbedürftig ist.

5.8. Längenprofil Geschiebefracht im unbeeinflussten Zustand und im Ist-Zustand (Schritt 8)

Für alle Zielgewässer wurde ein Längenprofil der Geschiebefracht im Ist-Zustand und im Referenz-Zustand erarbeitet (Beispiel Gadmerwasser in Abb. 8). Als Referenz-Zustand wird ein Zustand ohne Geschiebesammler, ohne Kiesentnahmen und ohne Rückhalt von Geschiebe durch Wasserkraftanlagen bezeichnet. Dieser Zustand ist nicht frei von anthropogenen Einflüssen, weil z.B. ein Zustand ohne Wildbachsperrren als nicht verhältnismässig betrachtet wird (vgl. Schritt 2) und deshalb nicht näher untersucht wurde. Die Geschiebefracht im Referenz-Zustand kann deshalb geringer sein als die Geschiebefracht im natürlichen, unbeeinflussten Zustand.

Im Längenprofil der Geschiebefracht sind die Zufuhr aus Seitenzubringern, Kiesentnahmen aus dem Zielgewässer und der Rückhalt in Wasserkraftanlagen sowie die Abnahme der Geschiebefracht flussabwärts wegen des Abriebs direkt ersichtlich. Wo aus Geschiebehaushaltstudien bekannt, wurden auch langfristige Ablagerungs- und Erosionstendenzen abgebildet. Im Weiteren ist die erforderliche Geschiebefracht für einzelne Standorte dargestellt.

Die grosse Flughöhe der strategischen Planung hat es nicht in jedem Fall erlaubt, die Geschiebeführung mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln. Insbesondere können die erwähnten langfristigen Erosions- oder Ablagerungstendenzen nicht oder falsch berücksichtigt worden sein und dadurch die Geschiebeführung unter- bzw. überschätzt werden. Im Rahmen der Detailplanung von Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushaltes wird es notwendig sein, die Geschiebefracht im Ist-Zustand mit Hilfe von Geschiebehaushaltstudien besser zu quantifizieren (vgl. Kap. 6.5).

Im Längenprofil der Geschiebefracht ist entlang der Fliessstrecke der Grad der Beeinträchtigung der Geschiebeführung nach der Klassierung von Tab. 4 aufgetragen (vgl. Kap. 5.9).

Die verwendete Kilometrierung basiert auf den Zielgewässern welche mit Hilfe des Gewässernetzes [10] bestimmt wurden. Kilometer 0 liegt jeweils an der Mündung des Zielgewässers in seinen Vorfluter. Die verwendete Kilometrierung unterscheidet sich von der Kilometrierung nach GEWISS oder von bestehenden lokalen Kilometrierungen. Die Standorte der relevanten Geschiebezubringer und Anlagen wurden bestimmt und auf 100 m genau im Längenprofil zugeordnet.

Die Arbeitsschritte im Einzelnen

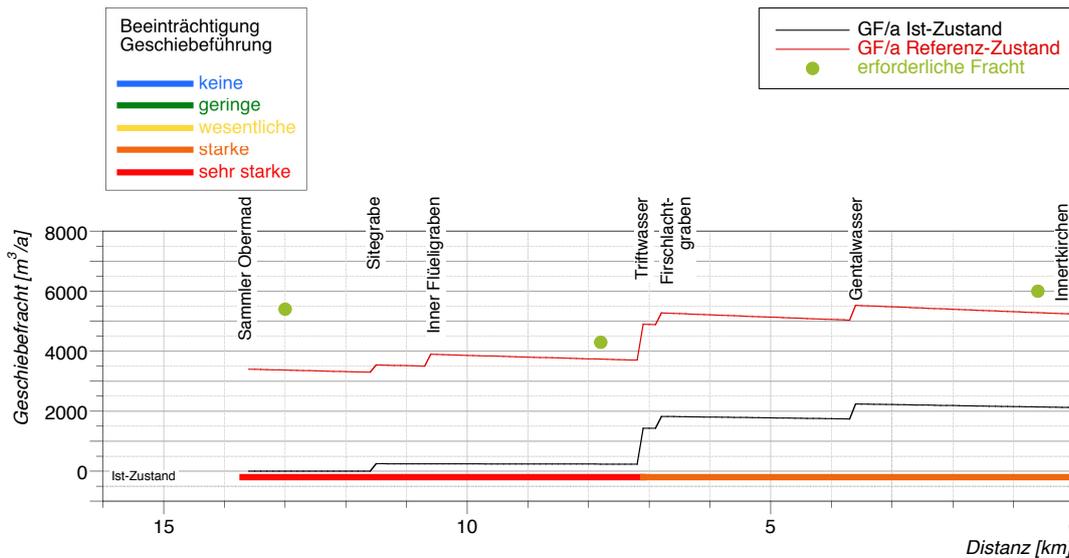


Abb. 8: Längenprofil der Geschiebefracht am Beispiel des Zielgewässers Gadmerwasser im Gewässersystem Hasliaare.

5.9. Bezeichnen der Gewässerstrecken mit wesentlicher Beeinträchtigung des Geschiebehaushaltes (Schritt 9)

Mit einem Vergleich der Geschiebeführung im Ist-Zustand mit der Geschiebeführung im Referenz-Zustand bzw. der erforderlichen Geschiebefracht wurde die Beeinträchtigung der Geschiebeführung auf einzelnen Gewässerabschnitten ermittelt. Dabei wurde die Klassierung von Tab. 4 verwendet. Die Klassierung reicht von "sehr stark beeinträchtigt" (es wird praktisch kein Geschiebe transportiert) bis zu "keine Beeinträchtigung" (die Geschiebeführung ist grösser oder gleich der Geschiebeführung im Referenz-Zustand. Im Beispiel des Gadmerwassers (Abb. 8) wird der Abschnitt bis zur Einmündung des Triftwassers (km 7.20) als Abschnitt mit sehr starker Beeinträchtigung der Geschiebeführung bezeichnet, das restliche Gewässer als solches mit einer starken Beeinträchtigung der Geschiebeführung.

Die Grad der Beeinträchtigung der Geschiebeführung ist für alle untersuchten Gewässer im Kanton Bern in Beilage 2 ersichtlich.

Tab. 4: Klassierung der Beeinträchtigung der Geschiebeführung.

Beeinträchtigung der Geschiebeführung	Geschiefbeführung
Keine	\geq Geschiebeführung im Referenz-Zustand
Geringe	\geq erforderliche Geschiebeführung
Wesentliche	$\geq 50\%$ der erforderlichen Geschiebeführung
Starke	$< 50\%$ der erforderlichen Geschiebeführung
Sehr starke	\approx Null

Beeinträchtigung Hochwasserschutz und Grundwasserhaushalt

Mit der Klassierung von Tab. 4 wird die Beeinträchtigung von Tieren, Pflanzen und Lebewesen als primärer ökologischer Aspekt bewertet. In Abschnitten mit einer Beeinträchtigung nach diesen Kriterien wurde zudem festgehalten, ob auch die Aspekte Hochwasserschutz und Grundwasserhaushalt beeinträchtigt sind. Ein Gewässerabschnitt mit Beeinträchtigung des Hochwasserschutzes wurde dort angenommen, wo aus bestehenden Geschiebehaushaltstudien oder aus Beobachtungen im Feld eine Tendenz zur Sohlenerosion ermittelt wurde oder wo regelmässige künstliche Fixpunkte in der Sohle darauf hinweisen, dass die Geschiebeführung kleiner ist als die Transportkapazität des Gewässers (z.B. Ilfis, Emme, Unterlauf der Sense). Korrespondiert der Grundwasserspiegel entlang eines Gewässers mit Tendenz zur Sohlenerosion mit dem Was-

serstand im Oberflächengewässer wird angenommen, dass auch der Grundwasserhaushalt beeinträchtigt ist.

Einzelne Gewässerabschnitte können für Tiere, Pflanzen und Lebensräume ausreichend Geschiebe führen und sind nach den Kriterien von Tab. 4 nicht oder nur gering beeinträchtigt, unterliegen aber trotzdem einer Erosionstendenz, weil ihre Transportkapazität durch die Einengung des Gerinnes höher ist als die Geschiebezufuhr. Weil die Einengung des Gewässers nicht als Anlage im Sinne der Sanierung Geschiebehaushalt betrachtet wird (Kap. 5.2), wird für solche Gewässerabschnitte auch keine Beeinträchtigung der Geschiebeführung ausgewiesen. Die Sanierung solcher Gewässerabschnitte ist Teil der Revitalisierungsplanung.

5.10. Beurteilen des ökologischen Potenzials und des Grads der Beeinträchtigung (Schritt 11)

Anders als in der Vollzugshilfe des BAFU [3] wurde dieser Schritt vor der Beurteilung der Anlagen durchgeführt (vgl. Kap. 5.4).

Art. 43a, Absätze 1 und 2 des Gewässerschutzgesetzes [1] besagen:

¹ *Der Geschiebehaushalt im Gewässer darf durch Anlagen nicht so verändert werden, dass die einheimischen Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. Die Inhaber der Anlagen treffen dazu geeignete Massnahmen.*

² *Die Massnahmen richten sich nach:*

- a. *dem Grad der Beeinträchtigungen des Gewässers;*
- b. *dem ökologischen Potenzial des Gewässers;*
- c. *der Verhältnismässigkeit des Aufwandes;*
- d. *den Interessen des Hochwasserschutzes;*
- e. *den energiepolitischen Zielen zur Förderung erneuerbarer Energien.*

Art. 43a verlangt also eine kombinierte Beurteilung des Zustands und des Potenzials des Gewässers. Im konkreten Fall wurde die Sanierungspflicht anhand der beiden Diagramme in Abb. 9 und Abb. 10 ermittelt.

Zuerst wurde beurteilt, ob an einem Gewässer die Geschiebeführung beeinträchtigt ist (Schritt 10). Ist sie nicht oder nur geringfügig beeinträchtigt, besteht kein Handlungsbedarf (grüne Felder in Abb. 9 und Abb. 10). Ist die Geschiebeführung wesentlich, stark oder sehr stark beeinträchtigt, besteht Handlungsbedarf. Eine Verbesserung der Geschiebeführung macht aber nur dort Sinn, wo damit auch ein Nutzen erwartet werden kann. Das ist dort der Fall, wo a) die Ökomorphologie des Gewässers (vgl. Beilage 3) bereits heute natürlich/naturnah oder wenig beeinträchtigt ist **oder** wo b) eine Revitalisierung mindestens einen mittleren Nutzen für Natur und Landschaft (vgl. Beilage 4) bringt (rote Felder). Ist das Gewässer aus ökomorphologischer Sicht heute stark beeinträchtigt, naturfremd oder eingedolt **und** hat eine Revitalisierung keinen Nutzen für Natur und Landschaft, kann auch von einer Erhöhung der Geschiebeführung kein ökologischer Nutzen erwartet werden (gelbe Felder).

Der Zustand Ökomorphologie ist eine Grundlage für die Revitalisierungsplanung. Der Nutzen für Natur und Landschaft ist das Endprodukt der Revitalisierungsplanung und berücksichtigt die Anlagen im Gewässerraum, das ökologische Potenzial des Gewässers und die landschaftliche Bedeutung (Abb. 11). Beide Informationen wurden im Rahmen der strategischen Planung Revitalisierung (GEKOB.E.2014 Teilprojekt 2a) in einem GIS aufbereitet und mit Fachleuten plausibilisiert [8]. Für die Berücksichtigung des Nutzens für Natur und Landschaft wird die so genannte 80-Jahreskarte verwendet.

Das Ergebnis der kombinierten Beurteilung ist in Beilage 5, Handlungsbedarf und Nutzen der Geschiebesanierung für alle untersuchten Gewässer im Kanton Bern ersichtlich.

Die Arbeitsschritte im Einzelnen

		kein Handlungsbedarf		Handlungsbedarf			
Ökomorphologie	eingedolt						kein Nutzen
	naturfremd / künstlich						
	stark beeinträchtigt						
	wenig beeinträchtigt						Nutzen erwartet
	natürlich / naturnah						
		keine	geringe	wesentliche	starke	sehr starke	

Beeinträchtigung Geschiebeführung

Abb. 9: Kombinierte Beurteilung des ökomorphologischen Zustands der Gewässer aus [9] und der Beeinträchtigung der Geschiebeführung.

		kein Handlungsbedarf		Handlungsbedarf			
Nutzen für Natur und Landschaft	gering						kein Nutzen
	mittel						Nutzen erwartet
	gross						
		keine	geringe	wesentliche	starke	sehr starke	

Beeinträchtigung Geschiebeführung

Abb. 10: Kombinierte Beurteilung des Nutzens von Revitalisierungen für Natur und Landschaft im Verhältnis zum voraussichtlichen Aufwand [8] und der Beeinträchtigung der Geschiebeführung.

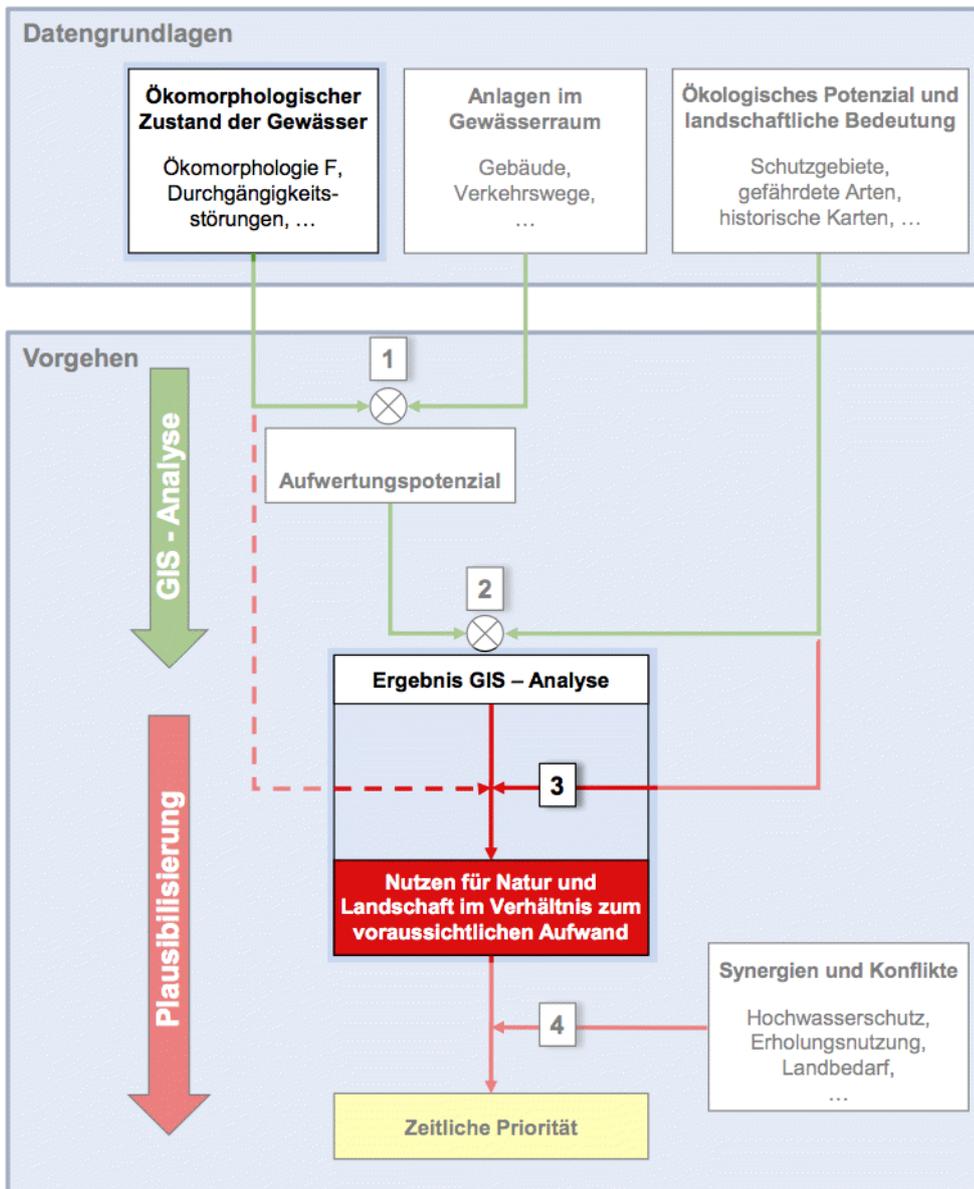


Abb. 11: Vorgehen bei der Revitalisierungsplanung [4] und Produkte, welche für die Beurteilung des ökologischen Potenziales für die Sanierung des Geschiebehaushaltes verwendet werden.

5.11. Bezeichnen der Anlagen, wo Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushaltes erforderlich sind (Schritt 10)

Für die in Schritt 2 (Kap. 5.2) erhobenen Anlagen wurde beurteilt, ob sie die Geschiebeführung beeinflussen oder nicht. Eine Anlage beeinflusst die Geschiebeführung, wenn Geschiebe zurück gehalten wird (Schritt 7) und gleichzeitig die Geschiebeführung in einem Zielgewässer in seinem Unterlauf mindestens wesentlich beeinträchtigt ist. Diese Anlagen werden als „sanierungsbedürftig“ bezeichnet.

Ausschluss aus der Sanierungspflicht

Grundsätzlich unterliegt jede Anlage, welche den Geschiebehaushalt beeinflusst und deshalb als sanierungsbedürftig bezeichnet wird, einer Sanierungspflicht. Eine Anlage wird nur aus der Sanierungspflicht entlassen, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- a) Das Sanierungsziel wird durch die Sanierung einer anderen Anlage am gleichen Zielgewässer, für welche eine höhere Priorität der Sanierung gilt, erreicht werden.
- b) Eine Sanierung ist offensichtlich unverhältnismässig.

Das erste Ausschlusskriterium kann in den meisten Fällen erst dann abschliessend angewandt werden, wenn die strategische Planung konkretisiert ist und die Wirkung von Massnahmen mit Geschiebetransportrechnungen belegt ist.

Potenziell sanierungspflichtig

Entlang von Gadmerwasser, Chise, Schüss und Önz liegen Wasserkraftanlagen, welche heute den Geschiebehaushalt nicht beeinflussen, weil von oben kein oder nur sehr wenig Geschiebe heran geführt wird. Wird die Geschiebeführung in diesen Gewässern infolge von Sanierungsmassnahmen erhöht, ist nicht ausgeschlossen, dass das Geschiebe nicht durch die Anlage transportiert wird und sie dazumal den Geschiebehaushalt beeinflussen. Diese Anlagen werden als potenziell sanierungspflichtig bezeichnet. Für diese Anlagen werden besondere Verhältnisse nach Anhang 4a GSchV geltend gemacht und Fristen definiert, bis zu welchem Zeitpunkt die Sanierungspflicht definiert geklärt ist.

Geschiebekontinuum durch betriebliche Massnahmen

Wird bei einer Anlage Geschiebe entnommen und ein kurzes Stück weiter unten dem Fluss wieder zugegeben (z. B. Kiesbewirtschaftung an der Zulg in Steffisburg) beeinflusst die Anlage den Geschiebehaushalt nicht. Weil das Geschiebekontinuum jedoch nur mit betrieblichen Mitteln aufrecht erhalten wird, werden diese Anlagen auf der Karte der Geschiebeführung (Beilage 2) speziell hervorgehoben.

Sanierungsziel

Das Sanierungsziel lautet: „Die Geschiebeführung ist nach Umsetzung der Massnahmen nicht oder nur gering beeinträchtigt.“ Das bedeutet, dass die mittlere jährliche Geschiebefracht mindestens der erforderlichen Fracht entspricht (Tab. 4). Für Gewässerabschnitte, in denen in Schritt 6 keine erforderliche Fracht bestimmt werden konnte, wird eine Geschiebeführung von 80 % der Fracht im Referenz-Zustand angestrebt. Diese Fracht wird in den Transportdiagrammen nach Massnahmen (Anhänge C zu den Berichten der Gewässersysteme) als Zielfracht bezeichnet.

Prioritäten

Die Sanierung von Kiesentnahmen und von Wasserkraftanlagen hat eine höhere Priorität als die Sanierung von Geschiebesammlern. Beeinflussen verschiedene Geschiebesammler im Einzugsgebiet die Geschiebeführung eines Zielgewässers, werden Anlagen welche näher am Zielgewässer liegen mit höherer Priorität saniert als solche die weit entfernt sind. Ebenso werden Geschiebesammler, welche weiter oben am Zielgewässer liegen prioritär saniert, weil damit eine längere Fliessstrecke mit Geschiebe dotiert werden kann als bei Sanierung von Anlagen weiter unten an der Fliessstrecke.

5.12. Beurteilung der Machbarkeit von Sanierungsmassnahmen (Schritt 12)

Für die sanierungspflichtigen Anlagen werden aus dem Katalog möglicher Massnahmen (Tab. 5) jene ausgewählt, welche für den gegebenen Fall als machbar beurteilt werden. Bei der Wahl der geeigneten Massnahme werden die Restriktionen gemäss Art. 43a, Abs. 2, Lit c. bis e. GSchG berücksichtigt:

- c. Verhältnismässigkeit des Aufwandes
- d. Interessen des Hochwasserschutzes
- e. Energiepolitische Ziele zur Förderung erneuerbarer Energien

Zusätzlich zu den in Tab. 5 aufgeführten Massnahmen wird für die zahlreichen Gewässerverbauungen, welche nicht als individuelle Anlagen betrachtet werden, ein Überdenken von Instandstellungen als Massnahme definiert (Tab. 6).

Die Wirkung der Sanierungsmassnahmen wird aufgezeigt, in dem im Transportdiagramm die Geschiebefracht nach Umsetzung sämtlicher Massnahmen im Einzugsgebiet dargestellt wird. Es wird angenommen, dass Kiesentnahmen um mindestens 50 % reduziert werden, dass bei der Sanierung von Kraftwerksanlagen 100 % des Geschiebes in den Unterlauf geleitet oder verfrachtet wird und dass bei der Entleerung von Geschiebesammlern 80 % des zurück gehaltenen Geschiebes dem Vorfluter wieder zugegeben werden kann. Das Ergebnis der Beeinträchtigung der Geschiebeführung nach Massnahmen ist in Beilage 6 für alle untersuchten Gewässer im Kanton Bern ersichtlich.

Tab. 5: Katalog möglicher Massnahmen für individuelle Anlagen [3].

Geschiebesammler	
bauliche Massnahmen	Rückbau des Geschiebesammlers Umbau des Geschiebesammlers, so dass ein Teil des Geschiebes flussabwärts weiter transportiert werden kann
betriebliche Massnahmen	Reduzierte Bewirtschaftung des Sammlers oder vollständige Einstellung der Entnahmen Kiesentnahme aus dem Sammler und Rückgabe im Unterwasser an geeigneter Stelle
Kiesentnahmen	
bauliche Massnahmen	Planen und Ausführen von Hochwasserschutzmassnahmen in den Gewässerabschnitten, bei welchen infolge von reduzierten Kiesentnahmen mit Schutzdefiziten zu rechnen ist. Anschliessend Einstellung der Entnahmen. Erhöhen des Gefälles durch Entfernen von Schwellen. Um- oder Rückbau der Entnahmeeinrichtungen
betriebliche Massnahmen	Entfernen der mehrjährigen Vegetation auf der Kiesbank (inkl. Wurzelwerk), so dass die Bank nicht weiter auflandet und Geschiebe bei Hochwasserabfluss besser mobilisiert werden kann Umlagerung des Geschiebes, so dass es besser abtransportiert werden kann Entnahme und Rückgabe des Kieses an geeigneter Stelle Reduktion oder Einstellung der Entnahmen

Die Arbeitsschritte im Einzelnen

Kraftwerksanlagen	
bauliche Massnahmen	Umbau des Stauwehrs, so dass das Geschiebe bei Hochwasser durchtransportiert werden kann. Bauliche Massnahmen an den Grundablässen Bau eines Geschiebeumleitbauwerks (Stollen, Gerinne)
betriebliche Massnahmen	Absenken des Oberwasserspiegels, bis das Geschiebe bei Hochwasserabfluss durch die Stauhaltung und das Stauwehr flussabwärts transportiert wird. Für die Ökologie schädliche Trübeschwälle sind zu vermeiden Stauhaltung verlanden lassen oder aktiv auffüllen, bis das Geschiebe durch das Wehr ins Unterwasser transportiert wird Kieszugabe im Unterwasser der Stauanlage. Regelmässige Entleerung und Spülung, Spülvorschriften sind zu definieren und gewässerökologische Aspekte zu berücksichtigen Kiesentnahme im Stauwurzelbereich, Transport und Rückgabe im Unterwasser der Stauanlage

Tab. 6: Überdenken der Instandstellung von Gewässerverbauungen.

Gewässerverbauungen	
Sohlensicherungen / Ufersicherungen	Instandstellung von beschädigten oder zerstörten Verbauungen nur nach eingehender Prüfung und dem Nachweis der Notwendigkeit aus Gründen des Hochwasserschutzes.

Kostenschätzung für Massnahmen

Für die betriebliche Massnahmen Kiesschüttung wurden jährliche Kosten bestimmt. Sie setzen sich zusammen aus Betriebskosten und aus Investitionskosten für den Bau einer Zugabestelle, welche nach den Richtwerten in [13] in jährliche Kosten umgerechnet werden.

Die Kosten für Aushub, Auflad, Transport und Ablad von Kies werden mit 30 CHF/m³ bis 10 km Distanz gerechnet. Bei grösseren Distanzen wird von 40 CHF/m³ ausgegangen. Dazu kommen 10 % für die Installationskosten bzw. mind. 1'000 CHF/a.

Für den Bau einer Zugabestelle wird mit durchschnittlichen Kosten von 30'000 CHF gerechnet. Falls Geschiebe aus mehreren sanierungspflichtigen Anlagen an einem Standort zugegeben werden sollen, wurden die Kosten auf diese Anlagen aufgeteilt. Zur Umrechnung in jährliche Kosten wurden die Unterhalts- und Reparaturkosten pauschal mit einem Prozentanteil nach den Richtwerten in [13] bestimmt. Für die Unterhaltskosten wird von 0.5 %, für die Kapitalverzinsung von 2 % der Investitionskosten ausgegangen. Die Lebensdauer wird mit 40 Jahren angenommen.

Zu den jährlichen Kosten werden 15 % für die Projektierung, 20 % für Unvorhergesehenes und 8 % Mehrwertsteuer gerechnet. Die resultierenden jährlichen Kosten werden danach wie folgt klassiert:

0 CHF/a	Kategorie 0
< 5'000 CHF/a	Kategorie 1
5'000 CHF/a – 25'000 CHF/a	Kategorie 2
> 25'000 CHF/a	Kategorie 3

Für sanierungspflichtige Kiesentnahmen mit bestehender kantonaler Bewilligung wird eine Ertragseinbusse für den Kanton ermittelt. Es wird davon ausgegangen, dass die Entnahmegebühr im Mittel 10 CHF/m³ beträgt. Für die Aufhebung oder Reduktion von Kiesentnahmen ohne kantonale Bewilligung wurden die Kosten mit 0 CHF beziffert. Für den Kanton entsteht keine Ertragseinbusse.

Die Kosten von baulichen Massnahmen wurden in drei Kategorien unterteilt.

< 125'000 CHF	Kategorie 1
125'000 CHF – 625'000 CHF	Kategorie 2
> 625'000 CHF	Kategorie 3

Rechnet man mit einer Lebensdauer von 40 Jahren einer baulichen Massnahme und rechnet sie in jährliche Kosten um, wie das oben für Geschieberückgabestellen beschrieben wird, sind die Klassengrenzen für bauliche und betriebliche Massnahmen identisch.

Die im Bericht vorgeschlagenen baulichen Massnahmen wurden aufgrund der Grösse der Anlage einer der drei Kategorien zugewiesen. Eine detaillierte Kostenschätzung wurde nicht vorgenommen.

5.13. Liste der Anlagen, deren Inhaber Massnahmen treffen müssen und Fristen zu deren Umsetzung (Schritt 14)

Die Massnahmenplanung der Schritte 10 bis 12 ist im Anhang B zum jeweiligen Teilbericht eines Gewässersystems auf Objektblättern für jede Anlage zusammengefasst.

Für die Umsetzung der Massnahmen wurden folgende Fristen gesetzt (vgl. auch Umsetzung der Planung in Kap. 6.5):

Frist bis 2020	für Massnahmen, die bereits in Planung sind (z.B. Massnahme Simmenwehr Port) oder an Gewässern mit bestehendem Gewässerrichtplan (Massnahmen des GRP Kander).
Frist bis 2025	für Gewässer ohne zukünftigen Gewässerrichtplan.
Frist bis 2030	für Gewässer mit zukünftigem Gewässerrichtplan.

5.14. Angaben zur Berücksichtigung anderer Massnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensräume (Schritt 15)

Die strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes ist eng mit der strategischen Planung für die Revitalisierung der Fliessgewässer verknüpft, denn in vielen Fällen entfaltet eine Erhöhung der Geschiebeführung ihre Wirkung erst nach einer Revitalisierung des Gewässers.

Massnahmen zur Verbesserung der Geschiebedurchgängigkeit bei Kraftwerken können aber weitgehend unabhängig von Massnahmen zur Verbesserung der Fischwanderung und unabhängig von Massnahmen zur Reduktion der Folgen von Schwall und Sunk umgesetzt werden.

Für alle geplanten Massnahmen wird auf dem Objektblatt der Anlage aufgezeigt, welche weiteren Planungen darauf abgestimmt werden müssen. Die Koordinationsarbeiten setzen ein, sobald mit der Teilplanung (z. B. Gewässerrichtplan, Wasserbauplan, Projekt) begonnen wird.

5.15. Sonderregelung für Anlagen, bei welchen der Bedarf zur Sanierung noch nicht nachgewiesen ist (Schritt 16)

Anlagen, welche in Schritt 10 als potentiell sanierungspflichtig bezeichnet wurden, werden im Rahmen der konkreten Umsetzung untersucht. Die Fristen für eine Sanierung richten sich nach den Fristen für die Sanierung von Anlagen im Oberlauf solcher Anlagen.

6. Zusammenfassung der Ergebnisse

6.1. Beeinträchtigte Gewässerabschnitte

In den vierzehn zusammenhängenden Gewässerabschnitten wurden insgesamt 603 km Flusslauf als Zielgewässer ausgeschieden. Davon ist auf einer Fließlänge von 337 km (56 %) die Geschiebeführung wesentlich, stark oder sehr stark beeinträchtigt (Beilage 2). Von diesen Abschnitten mit einer beeinträchtigten Geschiebeführung kann auf 294 km ein ökologischer Nutzen erwartet werden, wenn die Geschiebeführung erhöht wird (Tab. 7).

Die Beeinträchtigung der Geschiebeführung bzw. der Handlungsbedarf und Nutzen der Geschiebesanierung ist in Beilage 2 bzw. in Beilage 5 ersichtlich.

Tab. 7: Zusammenfassung der Beeinträchtigung der Geschiebeführung auf den untersuchten Gewässerabschnitten.

Beeinträchtigung Geschiebeführung	Kein Handlungsbedarf	Nutzen einer Sanierung erwartet	Kein Nutzen einer Sanie- rung erwartet
keine	42.7 km	–	–
geringe	223.8 km	–	–
wesentliche	–	191.5 km	24.7 km
starke	–	78.2 km	4.6 km
sehr starke	–	24.4 km	13.5 km
Total	266.4 km	294.0 km	42.8 km

An dieser Stelle sei nochmals erwähnt, dass die Gewässerabschnitte hinsichtlich der Geschiebeführung untersucht wurden. Der Geschiebehaushalt eines Gewässerabschnittes wird aber auch durch die Geschiebe-*transportkapazität* bestimmt. Gewässer, die ein Geschiebedefizit erleiden, weil die Transportkapazität in ihrem schmalen, kanalisierten Gerinne höher ist als die Geschiebefracht, sind nicht a priori beeinträchtigte Gewässerabschnitte (z.B. Aare zwischen Thun und Münsingen, Sense zwischen Thörishaus und Laupen, Ilfis).

6.2. Sanierungspflichtige Anlagen

Von den 280 als relevant ausgeschiedenen Anlagen (vgl. Zusammenstellung Anhang 2) wurden 56 als sanierungspflichtig klassiert und es wurden entsprechende Sanierungsmassnahmen vorgeschlagen (Tab. 8). 24 Anlagen wurden gemäss Kapitel 5.11 als potenziell sanierungspflichtig beurteilt.

Tab. 8: Zusammenfassung der Beurteilung der relevanten Anlagen.

Anlagentyp	Anzahl	Anzahl nicht sanierungsbedürftig	Anzahl sanierungsbedürftig	Anzahl sanierungspflichtig	Anzahl potenziell sanierungspflichtig
Geschieberückhalt	159	86	73	34	1
Kiesentnahmen	35	21	14	13	0
Wasserkraft	86	77	9	9	23
Total	280	184	96	56	24

Aus der Beurteilung der Geschiebeführung in den Gewässern des Kantons Bern und der Anlagen, welche diese beeinflussen, lässt sich das folgende Gesamtbild zeichnen:

Geschieberückhalt

Geschieberückhaltebauwerke namentlich Geschiebesammler beeinflussen im ganzen Kanton die Geschiebeführung der Gewässer und sind meistens sanierungsbedürftig. Allerdings wird nicht jede dieser Anlagen als sanierungspflichtig eingestuft, weil in manchen Fällen das Sanierungsziel durch die Sanierung anderer Anlagen erreicht werden kann. Es gelten die in Kapitel 5.11 festgelegten Prioritäten.

Aus Gründen des Hochwasserschutzes kann man oftmals nicht auf einen Geschiebesammler verzichten. Aus diesem Grund stehen betriebliche Massnahmen zur Verbesserung der Geschiebeführung im Vorfluter im Vordergrund. Die Zugabe von Geschiebe aus Sammlern weiter flussabwärts ist häufig eine geeignete Massnahme um die Geschiebeführung zu erhöhen. Mit dieser Massnahme können zudem oftmals teure Deponiegebühren vermieden werden.

Kiesentnahmen

In den 1960er und 1970er Jahren wurden an manchen Gewässern Geschiebe in grossen Mengen entnommen (z.B. Zulg, Aare unterhalb Bern, Saane, Emme). Die Entnahmen wurden seither reduziert. Dennoch gibt es heute noch mehrere Entnahmestellen, welche die Geschiebeführung beeinflussen und saniert werden müssen.

Wasserkraft

Die grossen Speicherseen in hoch gelegenen Einzugsgebieten werden nicht betrachtet, weil das hydrologische Einzugsgebiet unterhalb beginnt. Die Speicher trennen zwar ein Teil des Einzugsgebietes ab und vermindern die Anzahl potenziell Geschiebe führender Hochwasser, ihr Einfluss auf die Geschiebefracht ist in der Regel gering, weil Seitenzubringer unterhalb der grossen Speicher genügend Geschiebe nachführen. Bei Wasserfassungen im Gebirge ist das Volumen für den temporären Rückstau hinter einer Fassung in der Regel klein gegenüber der Geschiebefracht bei Hochwasser. Zudem werden sie häufig gespült, so dass sie meistens als nicht sanierungsbedürftig bezeichnet werden.

Im Mittelland unterbrechen Flusstauhaltungen die Geschiebeführung vollständig (Wohlensee, Schiffenensee, Stausee Niederried). Für diese Anlagen werden Massnahmen zur Sanierung vorgeschlagen.

Im Jura gibt es zahlreiche kleine Flusstauhaltungen, welche oftmals von Hand reguliert werden. Die Geschiebeführung in den Gewässern des Juras ist generell gering und schwierig zu quantifizieren. Die Rückhalteräume hinter den Wasserkraftanlagen sind in der Regel klein, weil aber auch die Geschiebeführung gering ist, kann sich darin ein beträchtlicher Teil einer mittleren jährlichen Fracht ablagern.

6.3. Kostenschätzung

Eine Zusammenfassung der Kostenschätzung für die Umsetzung der Sanierungsmassnahmen der sanierungspflichtigen Anlagen findet sich in Tab. 9.

Tab. 9: Ergebnisse der Kostenschätzung.

		Kategorie 1 < 125'000 CHF	Kategorie 2 125'000 CHF – 625'000 CHF	Kategorie 3 > 625'000 CHF
bauliche Massnahme		0	5	1
	Kategorie 0, 0 CHF/a	Kategorie 1, < 5'000 CHF/a	Kategorie 2, 5'000 CHF/a – 25'000 CHF/a	Kategorie 3, > 25'000 CHF/a
betriebliche Massnahme	11	25	7	7

6.4. Grenzen der Aussagekraft

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die Geschiebeführung der Gewässer im Kanton Bern im Ist-Zustand und im Referenz-Zustand quantifiziert sowie die zur Bildung und Erhaltung von morphologischen Strukturen erforderliche Geschiebeführung bestimmt. Die Ergebnisse sind pro Zielgewässer in einem Längenprofil dargestellt. In einzelnen Gewässern basieren die Angaben zur Geschiebeführung im Ist-Zustand aus aktuellen Geschiebehaushaltstudien (Kander, Simme, Aare Thun - Wohlensee, Sense und Saane sowie Emme) und können als verlässlich eingestuft werden.

In den übrigen Fällen mussten Vereinfachungen und Annahmen getroffen werden, welche im Rahmen der Detailplanung in Phase 2 und der Projektierung in Phase 3 (vgl. Abb. 3 der Vollzugshilfe [3]) verifiziert, plausibilisiert und eventuell korrigiert werden müssen. Das betrifft insbesondere die folgenden Aspekte:

Zusammenfassung der Ergebnisse

- Der Geschiebeeintrag aus Seitenzubringern ist nur für diejenigen Seitenzubringer bekannt, welche im Rahmen von Gefahrenkartierungen untersucht worden sind. Gewässer, die ausserhalb des Siedlungsgebietes in den Vorfluter münden, bleiben dabei oftmals unberücksichtigt.
- Die Art und Weise der Bewirtschaftung von Geschiebesammlern konnte nur in einzelnen Fällen erhoben werden.
- Langfristigen Erosions- oder Ablagerungstendenzen können nicht oder falsch berücksichtigt worden sein, so dass die Geschiebeführung unter- bzw. überschätzt wurde.
- Die Angaben zu Kiesentnahmen sind lückenhaft und zum Teil widersprüchlich. Kiesentnahmen, welche im Rahmen von Unterhaltsanzeigen aus Hochwasserschutzgründen und sporadisch getätigt worden sind, wurden nicht erfasst. Hierzu wäre eine bessere Datenerfassung bei den kantonalen Fachstellen wünschenswert.
- Die Durchgängigkeit von Stauanlagen wurde aufgrund von Feldbeobachtungen und Rückfragen bei den Betreibern der Anlage beurteilt. Im Einzelfall ist eine Verifizierung mit Hilfe von Staukurvenrechnungen notwendig.

6.5. Umsetzung der strategischen Planung

Die in diesem Bericht dargelegte strategische Planung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes in den Fliessgewässern des Kantons Bern soll in den nächsten 15 Jahren umgesetzt werden, d.h. in diesem Zeitraum sollen die Massnahmen im Detail geplant und realisiert werden.

Planungsinhalte

Mit Geschiebehaushaltstudien für die betrachteten Zielgewässer sollen die quantitativen Angaben, welche im Rahmen der strategischen Planung mit grosser Flughöhe abgeschätzt wurden, präzisiert werden. Das betrifft insbesondere

- das Geschiebeaufkommen im Einzugsgebiet,
- den Geschieberückhalt in Anlagen (Kiesentnahmen, Geschiebesammler und Stauanlagen),
- bestehende und zukünftige Erosions- und Ablagerungstendenzen,
- die Geschiebeführung im Ist-Zustand,
- die Geschiebeführung im Zustand nach Massnahmen,
- die Auswirkungen einer erhöhten Geschiebeführung auf die Sohlenlage und auf den Hochwasserspiegel,

Auf der Basis von Geschiebehaushaltstudien können die Sanierungsmassnahmen in einem Zielgewässer aufeinander abgestimmt und optimiert werden. Im Weiteren können damit die potentiell sanierungspflichtigen Anlagen untersucht und Massnahmen geplant oder die Anlage aus der Sanierungspflicht entlassen werden.

Geschiebehaushaltstudien können mit unterschiedlicher Bearbeitungstiefe erarbeitet werden. Im Idealfall beinhalten sie den Aufbau eines morphologischen Modells auf der Basis von Gerinnevermessungen, Korngrössenanalysen und Abflussganglinien.

Als Minimalvariante sind Geschiebetransportrechnungen unter Normalabflussbedingungen in charakteristischen Flussabschnitten durchzuführen. In Flusstauhaltungen ist der Nachweis der Geschiebeführung mit Hilfe von Staukurvenrechnungen in jedem Fall unerlässlich. Die für die Geschiebehaushaltstudien notwendigen Grundlagen sind in der Tab. 10 aufgeführt.

Tab. 10: Notwendige Grundlagen für die Erarbeitung einer Geschiebehaushaltstudie.

Thema	Studie detailliert	Studie minimal	Quelle der Grundlage
Hydrologie	Ganglinie gemessener Abflüsse, Dauer mind. 20 Jahre	Mittlere Dauerkurve der Momentanwerte (nicht der Tagesmittel)	Abflussmessungen BAFU, Konstruktion der Dauerkurve nach [5]
Geschiebe	Korngrössenverteilung von Sohlenmaterial und Geschiebe	dito	Felderhebung
	Mittlere jährliche Geschiebezufuhr aus Seitenzubringern	dito	Felderhebung
Geometrie	Querprofile über den ganzen betrachteten Flussabschnitt, nach Möglichkeit mehrere Jahrgänge	Querprofile in Flachstrecken, mittleres Gefälle und mittlere Breite in Flachstrecken, Querprofile in Stauhaltungen	Querprofilvermessung BAFU oder Kraftwerksbetreiber, eigene Querprofilvermessung
Wasserkraftanlagen	Wehrgeometrie	dito	Anlagenbetreiber
	Pegel-Abflussbeziehungen, Spülr regime	dito	Anlagenbetreiber
	Entnahmemengen und -intervalle bei der Stauwurzel	dito	Anlagenbetreiber
Kiesentnahmen	Kommerzielle Entnahmen: Entnahmemengen und -intervalle (bewilligt und effektiv)	dito	Bewilligung, Anlagenbetreiber, Tiefbauamt
	Entnahmen zum Hochwasserschutz: Entnahmemengen und -zeitpunkt.	dito	Unterhaltsanzeige, Tiefbauamt oder Gemeinde/Schwellenkorporation

Zusammenfassung der Ergebnisse

Thema	Studie detailliert	Studie minimal	Quelle der Grundlage
Geschiebesammler	Volumen, Entnahmemengen und -intervalle	dito	Gemeinde/Schwellenkorporation
Gewässerverbauungen mit Einfluss auf die Mobilisation von Geschiebe	Querbauwerke, Längsbauwerke, Hangverbauungen	dito	Archiv Tiefbauamt, Gemeinde/Schwellenkorporation

Planungsinstrumente

Für die Detailplanung zur Sanierung des Geschiebehaushaltes stehen verschiedene Planungsinstrumente zur Verfügung (Tab. 11).

Nach dem neuen Wasserbaugesetz des Kantons Bern [2] erarbeitet der Kanton in den nächsten 10 Jahren Gewässerrichtpläne für seine grösseren Gewässer. Die Massnahmen zur Sanierung des Geschiebehaushaltes werden für diese Gewässer im Rahmen der Gewässerrichtplanung erarbeitet. Für die Kander besteht bereits ein Gewässerrichtplan. Die im GRP Kander definierten Massnahmen zur Erhöhung des Geschiebetransportes stehen kurz vor der Umsetzung.

Für Gewässer, für welche kein Gewässerrichtplan vorgesehen ist, erarbeitet der Kanton Bern unter Federführung des Tiefbauamtes eine Geschiebehaushaltstudie und koordiniert die Detailplanung zur Sanierung von Anlagen. Mit dieser Planung auf der Metaebene wird gewährleistet, dass die Massnahmen entlang eines Gewässers, in welchem verschiedene Gemeinden und/oder Schwellenkorporationen die Wasserbaupflicht ausüben, aufeinander abgestimmt werden. Die Planung auf der Metaebene wird in den Einzugsgebieten des Saane Oberlaufs und der Önz angewandt.

Für einzelne Anlagen bestehen bereits weit fortgeschrittene Projekte zur Verbesserung der Geschiebedurchgängigkeit (z.B. Simmenwehr Port, Geschiebesammler Obermad am Gadmerwasser). Diese Projekte sollen ohne Verzug als Einzelprojekte weitergeführt und umgesetzt werden.

Tab. 11: Planungsinstrumente für die Detailplanung in den verschiedenen Gewässersystemen.

Gewässersystem	Gewässerrichtplan	Planung mit Geschiebestudie auf Metaebene	Einzelprojekte (Beispiele)
Hasliaare	x		Sammler Obermad Gadmerwasser
Lütschine	x		
Lombach	keine sanierungspflichtigen Anlagen		
Kander	bestehender GRP		
Chirel	keine sanierungspflichtigen Anlagen		
Simme		Sammler Iffigbach	Simmenwehr Port
Aare Bern	x		
Saane Oberlauf		x	
Sense-Saane-Aare	x		
Schüss	x		
Birs	x		
Emme	x		
Önz		x	
Langete	keine sanierungspflichtigen Anlagen		

Zeitplan

In der Annahme, dass vom Beginn der Massnahmenplanung bis zum Spatenstich eine Dauer von 5 Jahren vergeht sind die Fristen für die Umsetzung der Massnahmen je nach angewandtem Planungsinstrument unterschiedlich angesetzt. Bis Ende 2030 sollen laut GSchG alle beschlossenen Massnahmen umgesetzt werden (Abb. 12).

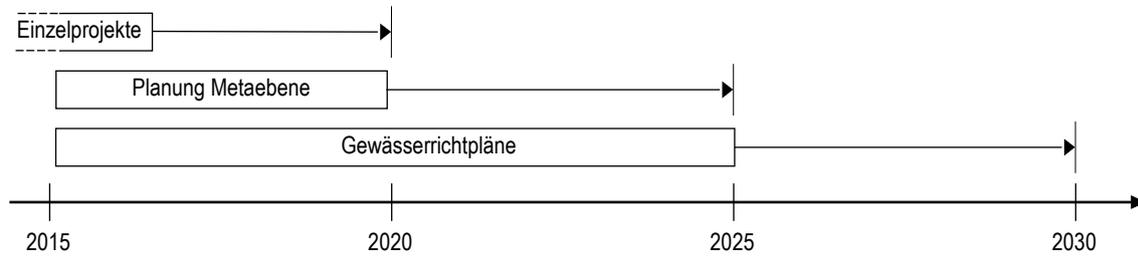


Abb. 12: Zeitplan für die Detailplanung und die Umsetzung der Massnahmen.

Bern, 30.11.2014

Flussbau AG SAH

7. Glossar

Anlagen

In der Gewässerschutzverordnung GSchV Art. 42a werden unter Anlagen Wasserkraftwerke, Kiesentnahmen, Geschiebesammler und Gewässerverbauungen verstanden. Gewässerverbauungen werden im Kanton Bern nicht als Anlagen berücksichtigt.

Als relevante Anlagen werden im vorliegenden Bericht diejenigen Anlagen bezeichnet, welche das Geschiebekontinuum möglicherweise unterbrechen und für welche im Rahmen der strategischen Planung im Einzelfall untersucht wurde, ob sie **sanierungspflichtig** sind oder nicht.

Beeinträchtigung der Geschiebeführung

Gemäss Gewässerschutzgesetz GSchG Art. 43a ist festgelegt, dass der **Geschiebehaushalt** im Gewässer durch Anlagen nicht so verändert werden darf, dass einheimische Tiere und Pflanzen, deren Lebensräume, der Grundwasserhaushalt und der Hochwasserschutz wesentlich beeinträchtigt werden. In der Vollzugshilfe [[3]] werden fünf Klassen für die Beeinträchtigung der **Geschiebeführung** unterschieden, nämlich keine, geringe, wesentliche, starke und sehr starke Beeinträchtigung.

Erforderliche Fracht

Die erforderliche Fracht ist diejenige Geschiebefracht (ausgedrückt in m^3/Jahr), welche notwendig ist, um die Ansprüche von Tieren und Pflanzen an ihre Lebensräume zu erfüllen. Sie wird nach der Methode der Vollzugshilfe [[3]] bestimmt.

Geschiebeerwartungswert

Der Geschiebeerwartungswert beschreibt die mittlere, jährlich zu erwartenden Geschiebefracht in einem Gewässer. Er wird aus den Geschiebefrachten von Hochwassern unterschiedlicher Jährlichkeit (G_2 , G_{10} , G_{30} , G_{100} und G_{300}) hergeleitet.

Geschiebeführung

Unter Geschiebeführung wird die Menge des in einem Fliessgewässer transportierte Geschiebe verstanden. Sie wird in der Regel in m^3/a angegeben.

Geschiebehaushalt

Der Geschiebehaushalt in einem Einzugsgebiet bzw. auf einem Gewässerabschnitt wird massgeblich durch die Geschiebezufuhr und die Geschiebetransportkapazität bestimmt.

Gewässersystem

Ein Gewässersystem umfasst alle Fliessgewässer in einem Einzugsgebiet. Im vorliegenden Bericht wurden Gewässersysteme mit Geschiebekontinuum abgegrenzt. Innerhalb der Gewässersysteme wurden **Zielgewässer** definiert, für welche der Grad der **Beeinträchtigung der Geschiebeführung** ermittelt wird.

Ist-Zustand

Der Ist-Zustand entspricht dem Zustand zum Zeitpunkt der Erfassung bzw. der Erarbeitung der strategischen Planung der Sanierungsplanung des Geschiebehaushaltes im Kanton Bern mit den betrachteten **Anlagen** und Restriktionen.

Nutzen für Natur und Landschaft

Der Nutzen für Natur und Landschaft ist das Endprodukt der strategischen Revitalisierungsplanung des Kantons Bern und berücksichtigt die Ökomorphologie des Gewässers, Anlagen im Gewässerraum, das ökologische Potenzial des Gewässers und die landschaftliche Bedeutung.

Die so genannte 80-Jahreskarte der Revitalisierungsplanung beschreibt den Nutzen für Natur und Landschaft im Verhältnis zum voraussichtlichen Aufwand. Der Nutzen wird in den Kategorien gering, mittel und gross ausgewiesen. Diese Ergebnisse werden im vorliegenden Bericht verwendet.

Referenz-Zustand

Als Referenz-Zustand wird ein Zustand ohne **Anlagen**, d. h. ohne Geschiebesammler, ohne Kiesentnahmen und ohne Rückhalt von Geschiebe durch Wasserkraftanlagen bezeichnet. Dieser Zustand ist nicht frei von anthropogenen Einflüssen, weil z. B. ein Zustand ohne Wildbachsperrren als nicht verhältnismässig betrachtet wird und deshalb nicht näher untersucht wurde. Die Geschiebefracht in einem angemessenen Referenz-Zustand kann deshalb geringer sein als die Geschiebefracht im natürlichen, unbeeinflussten Zustand.

sanierungsbedürftig

Besteht ein wesentlicher, starker oder sehr starker Grad der **Beeinträchtigung der Geschiebeführung** besteht Handlungsbedarf. Die zu einer solchen Beeinträchtigung führenden Anlagen sind sanierungsbedürftig.

sanierungspflichtig

Eine **sanierungsbedürftige Anlage** ist sanierungspflichtig, wenn eine geeignete Massnahme nach den Vorgaben des Gewässerschutzgesetzes GSchG Art. 43 a – e gefunden werden kann und die Sanierung dieser Anlage/n zum Erreichen der Zielfracht notwendig ist.

Zielfracht

Für Gewässerabschnitte in denen die **erforderliche Fracht** nicht bestimmt werden konnte, wird eine **Geschiebeführung** von 80 % der Fracht im **Referenz-Zustand** als Ziel für die Sanierung definiert.

Zielgewässer

In den untersuchten **Gewässersystemen** im Kanton Bern wurden Zielgewässer definiert, für welche der Grad der **Beeinträchtigung der Geschiebeführung** ermittelt wird. Für die Definition der Zielgewässer wurden gebietsspezifische Eigenschaften sowie Kenntnisse von Fachleuten berücksichtigt