

Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern  
Fischereiinspektorat des Kantons Bern  
Tiefbauamt des Kantons Bern

## Zweite Nachführung Ökomorphologie der Fließgewässer und Aktualisierung GN5 im Kanton Bern



Februar 2011

### **Impressum**

Auftraggeber: Markus Zeh, AWA; Heinz Roth, TBA; Willy Mueller, FI

Autoren: Christoph Könitzer, Michael Gassner und Anita Bertiller  
SigmaPlan AG

| <u>Version</u> | <u>Datum</u> | <u>Autor(en)</u>                       |
|----------------|--------------|--|
| 0.1            | 15.02.2011   | Ch. Könitzer, M. Gassner, A. Bertiller |

Titelbild: Fischeaufstieg Rüscherbach, Gsteig bei Gstaad

# Zweite Nachführung Ökomorphologie der Fließgewässer und Aktualisie- rung GN5 im Kanton Bern

## Inhaltsverzeichnis

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zusammenfassung</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Ausgangslage</b> .....   | <b>2</b>  |
| <b>3</b> | <b>Zielsetzung</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>Hilfsmittel</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>5</b> | <b>Nachführung Ökomorphologie</b> .....   | <b>5</b>  |
| 5.1      | Methodik .....  | 5         |
| 5.2      | Vorgehen .....  | 6         |
| <b>6</b> | <b>Aktualisierung GN5</b> .....   | <b>14</b> |
| 6.1      | Evaluation Aktualisierungsbedarf .....  | 14        |
| 6.2      | Vorgehensweise Aktualisierung GN5.....  | 14        |
| 6.3      | Datenplausibilisierung .....  | 17        |
| 6.4      | Kilometrierung GN5.....   | 17        |
| 6.5      | Datenaufbereitung .....   | 18        |
| 6.6      | Auswertung .....  | 19        |
| <b>7</b> | <b>Resultate</b> .....  | <b>20</b> |
| 7.1      | Neuklassierung Ökomorphologiedaten (Ersterhebungsdaten).....                                  | 20        |
| 7.2      | Kartografische Darstellung der Resultate als GIS-Layer.....                                   | 21        |
| 7.3      | Verschiebungen zwischen den Klassen .....   | 21        |
| 7.4      | Veränderungen bei den Punkteständen .....   | 26        |
| 7.5      | Uferbereiche .....  | 27        |
| 7.6      | Abstürze und Bauwerke.....  | 28        |
| 7.7      | Vergleiche zwischen der ersten und der zweiten Nachführung.....                               | 28        |
| <b>8</b> | <b>Renaturierung Kander im Augand, Anpassung GN5 und<br/>Nachführung Ökomorphologie</b> ..... | <b>31</b> |
| <b>9</b> | <b>Empfehlungen</b> .....   | <b>33</b> |

---

## Beilagen

---

Daten-CD mit Bericht, Shapes, Fotodokumentation

## Anhang

---

Anhang 1: Erläuterungen Attribute des Shapefiles OEKOMORF\_OEM

## Abbildungsverzeichnis

---

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Abb. 1  | Erfassungsjahr der ökomorphologischen Kartierung (Erstkartierung und erste Nachführung).....   | 2  |
| Abb. 2  | Direkte Eingabemöglichkeit der Felddaten in die Datenbank dank dem Einsatz eines Feld-Laptops. M. Gassner am Eichtag. ....   | 4  |
| Abb. 3  | Abschnittbildung Nachführung Ökomorphologie.....   | 5  |
| Abb. 4  | Vorgehensschema Nachführung Ökomorphologie .....   | 6  |
| Abb. 5  | Projektübersicht.....  | 8  |
| Abb. 6  | Bestehender Datensatz Ökomorphologie Kanton Bern .....   | 9  |
| Abb. 7  | Eingabemaske Datenbank Nachführung Ökomorphologie, Abschnittdaten .....  | 9  |
| Abb. 8  | Resultate Zweite Nachführung Ökomorphologie Stufe F. ....  | 10 |
| Abb. 9  | Der neu renaturierte Mühlebach wird bereits von Enten erforscht.....   | 11 |
| Abb. 10 | Überlagerung des alten Kartierstands mit den Resultaten der Nachkartierung.....  | 11 |
| Abb. 11 | Eingabemaske für Bauwerkdaten .....  | 12 |
| Abb. 12 | Bearbeitungsschema Aktualisierung GN5.....   | 14 |
| Abb. 13 | GN5-Aktualisierungsbedarf im Bereich der grünen Linie. Die rote Linie markiert einen Abschnitt des Stadtbachs, welcher im Rahmen der ersten Nachführung aufgenommen worden ist. .... | 15 |
| Abb. 14 | Aktualisierung GN5, neuer (dicke Linie) und ehemaliger (gestrichelte Linie) Gerinneverlauf des Moosbachs vor der Mündung in den Stadtbach Bern.....                                  | 16 |
| Abb. 15 | Laptop-Position gemäss GPS an der Thunstrasse 91 in Bern .....   | 17 |
| Abb. 16 | Bestimmung der Position von Punktobjekten (am Beispiel der Abstürze)18   |    |
| Abb. 17 | Überblick über die im Rahmen der zweiten Nachführung Ökomorphologie und der Aktualisierung GN5 neu kartierten Gewässerabschnitte .....   | 21 |
| Abb. 18 | Verschiebungen zwischen den Klassen (ohne erstmals erhobene Abschnitte) .....  | 22 |
| Abb. 19 | Resultate der erstmals erfassten Gewässerabschnitte .....  | 23 |
| Abb. 20 | Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse I (natürlich/naturnah) erfassten Abschnittsstrecken .....   | 23 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| Abb. 21 | Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse II (leicht beeinträchtigt) erfassten Abschnittsstrecken ..... | 24 |
| Abb. 22 | Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse III (stark beeinträchtigt) erfassten Abschnittsstrecken ..... | 24 |
| Abb. 23 | Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse IV (naturfremd/künstlich) erfassten Abschnittsstrecken.....   | 25 |
| Abb. 24 | Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Ausdolungen (Klasse V) erfassten Streckenabschnitte.....                  | 25 |
| Abb. 25 | Resultate erste Nachführung Ökomorphologie 2004 .....  | 28 |
| Abb. 26 | Resultate zweite Nachführung Ökomorphologie 2010 .....   | 28 |
| Abb. 27 | Naturnahe Renaturierungsstrecke im Augand.....   | 31 |
| Abb. 28 | Resultate Erstkartierung Ökomorphologie Kander, Bereich Augand ....  | 32 |
| Abb. 29 | Resultate Nachkartierung Ökomorphologie Kander, Bereich Augand ..  | 32 |

## **Tabellenverzeichnis**

---

|        |  |    |
|--------|--|----|
| Tab. 1 | Veränderungen zwischen den Klassen aufgrund der zweiten Nachkartierung [km] .....                    | 22 |
| Tab. 2 | Veränderungen der einzelnen Punktstände zwischen der Erstkartierung und der Nachkartierung [m] ..... | 26 |
| Tab. 3 | Überblick über die Veränderungen zwischen einzelnen Punktständen [m].....                            | 26 |
| Tab. 4 | Beurteilung der Uferbereichsbreiten.....   | 27 |
| Tab. 5 | Punkteverschiebungen zwischen Erstkartierung und Nachführungen.                                      | 29 |



## 1 Zusammenfassung

Ziel des Projekts war die Aktualisierung der Ökomorphologiedaten sowie die Grundlagenerhebung für die Aktualisierung des Gewässernetzes 1:5'000 im Kanton Bern. Im Rahmen der zweiten Nachführung Ökomorphologie ist die Gewässerstruktur entlang von knapp 135 km Gewässerabschnitten neu erfasst worden. Gleichzeitig wurde an 70 Gewässerabschnitten der Gerinneverlauf neu kartiert.

Die Resultate zeigen, dass die allgemeine Richtung stimmt. Obwohl nicht nur Renaturierungen erfasst worden sind, sondern auch Hochwasserschutzprojekte und Ausdolungen im Siedlungsgebiet, zeigen die Resultate eine deutlich positive Tendenz bei der Gewässerstruktur. Die stärkste Zunahme ist bei den Abschnitten mit einer „leicht beeinträchtigten“ Gewässerstruktur festzustellen. „Naturfremde / künstliche“ Abschnitte haben demgegenüber stark abgenommen. Zudem sind gut 12 km Fliessgewässer ausgedolt worden.

Das Prinzip der projektbezogenen Nachführung hat sich bewährt. Die Sammlung der Nachführungsprojekte mittels Checklisten und in direkter Zusammenarbeit mit den OIKs und den Fischereiaufsehern sichert den Einbezug der relevanten Wasserbauprojekte.

Die Bedeutung der Ökomorphologiedaten wird in Zukunft noch zunehmen. Bei den kommenden Revitalisierungsplanungen werden sie als wichtige Grundlage zur Bestimmung des Aufwertungspotenzials zu berücksichtigen sein. Gleichzeitig werden in Zukunft noch vermehrt Revitalisierungen realisiert werden können, womit der Bedarf für weitere Nachführungen gegeben scheint.

## 2 Ausgangslage

Zwischen 1997 und 2002 wurde im Kanton Bern der ökomorphologische Zustand der kleinen und mittleren Fliessgewässer zum ersten Mal erhoben. Dabei sind insgesamt gut 7'000 Kilometer Fliessgewässer kartiert worden. 2004 wurden in Zusammenarbeit von GSA, GBL, TBA und RenF anlässlich der Ersten Nachführung Ökomorphologie 57.5 Streckenkilometer nach Abschluss von wasserbaulichen Massnahmen (Hochwasserschutz, Ausdolungen, Revitalisierungen) erneut erfasst. Einerseits konnte so der Ökomorphologiedatensatz aktualisiert und Interessierten über das Geodatenportal des Kantons zur Verfügung gestellt werden. Andererseits hat sich gezeigt, dass sich die Nachführungsdaten als Erfolgskontrolle von Wasserbaumassnahmen in ökologischer und gewässerstruktureller Hinsicht gut eignen. 2006 wurde zudem die Struktur der Aare mit einer angepassten Methode erfasst.

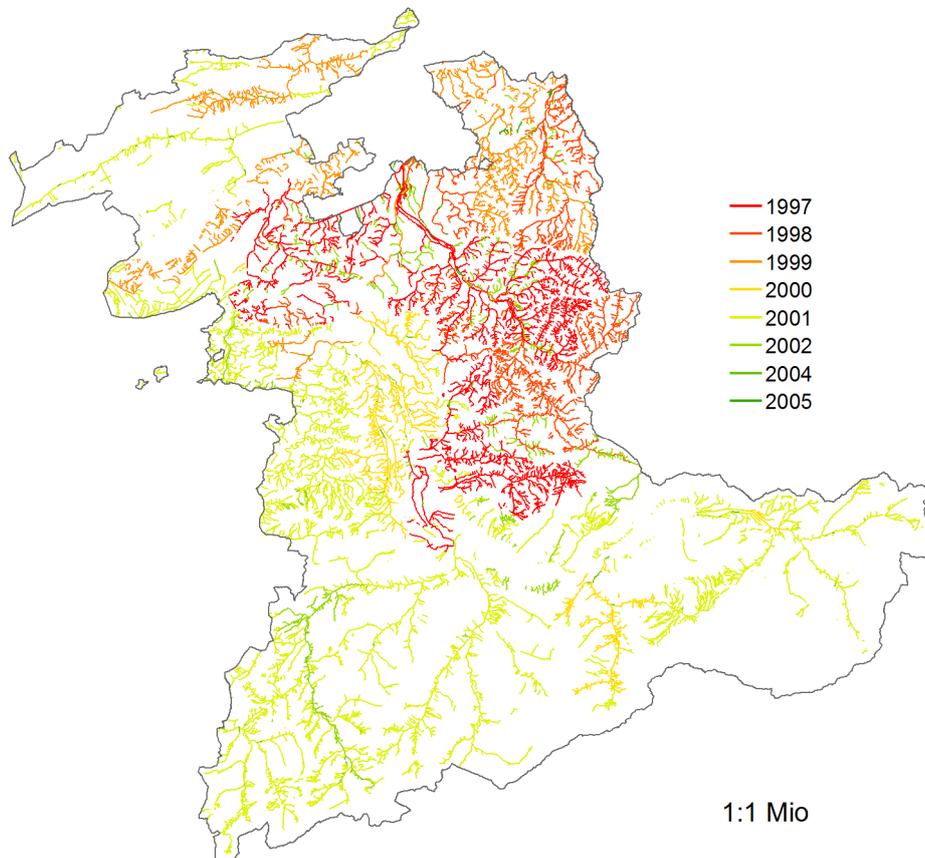


Abb. 1 Erfassungsjahr der ökomorphologischen Kartierung (Erstkartierung und erste Nachführung)

Infolge der Hochwasserereignisse von 2005 und 2007 sowie einem Paradigmenwechsel im Hochwasserschutz hin zu mehr Gewässerraum und Renaturierungen wurden seit der letzten Nachführung zahlreiche Fliessgewässerabschnitte im Kanton Bern revitalisiert sowie Schutzbauten, Uferböschungen, Schwellen, Sohlrampen etc. erneuert bzw. umgestaltet. Das Hochwasser im Jahre 2005 hatte zur Folge, dass mehrere Flüsse und Bäche, wie beispielsweise die Chirel im Diemtigtal und Aare bei Guttannen, ihr ursprüngliches Gerinne verlassen haben. Die heutige

Lage des Gewässerbetts entspricht daher nicht mehr überall den Geodaten des Gewässernetzes GN5. Auch im Rahmen von Ausdolungen und Revitalisierungen sind signifikante Laufveränderungen vorgenommen worden, die einer Anpassung des GN5 bedürfen.

### **3 Zielsetzung**

Mit dem Projekt sollen zwei Ziele erreicht werden:

1. Nachführung Ökomorphologie: Die durch Wasserbauvorhaben verursachten Veränderungen an Sohle, Ufer und Umland von Fliessgewässern sollen erfasst und die entsprechenden, vom Kanton publizierten, Geodaten aktualisiert werden. Die zweite Nachführung soll alle Änderungen im Zeitraum 2004 - 2009 umfassen.
2. Aktualisierung GN5: Laufverschiebungen um mehr als 10m, die sich aufgrund von z.B. Ausdolungen ergeben, sollen kartiert und anschliessend im Digitalen Gewässernetz 1:5'000 angepasst werden.

### **4 Hilfsmittel**

#### **Feld-Laptop**

Im Gegensatz zu den vorangehenden ökomorphologischen Erhebungen im Kanton Bern, die mit Formularen und nachträglicher Datenerfassung im Büro durchgeführt worden sind, stand den Kartierenden diesmal ein robustes, stoss- und spritzwasserfestes Hochleistungslaptop (General Dynamics GD8000) mit integriertem GPS zur Verfügung.

Die installierte Software ArcGIS 9.3.1, Access, Word und Excel erlaubte, die gesamte Datenerfassung im Feld vorzunehmen. Dies ermöglichte einen direkten Vergleich zwischen den erhobenen Daten und den bestehenden GIS-Layern; eine Plausibilisierung der eingegebenen Daten direkt am Fliessgewässer (z.B. korrekte Bachnummer, Länge des Abschnittes, Plausibilität der ökomorphologische Parameter). Allfällige Probleme und Unklarheiten wurden mittels einer Excel-Tabelle protokolliert und bei Bedarf fotografisch dokumentiert.

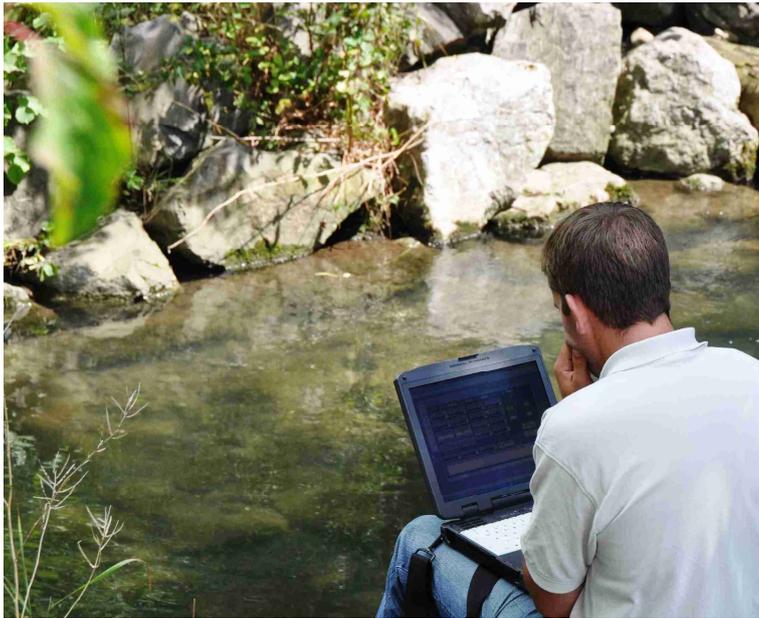


Abb. 2 Direkte Eingabemöglichkeit der Felddaten in die Datenbank dank dem Einsatz eines Feld-Laptops. M. Gassner am Eichtag

Nebst den für die Kartierung und Nachführung notwendigen GIS und Datenbanken waren auf dem Laptop auch die Feldmanuals sowie die Methode Ökomorphologie Stufe F abgelegt, auf die bei Unklarheiten oder Beurteilungsproblemen jederzeit Zugriff bestand. Zur Ortsbestimmung stand den Kartierenden nicht nur das im Laptop integrierte GPS sondern auch GIS Karten-Layer der swisstopo (1:25'000, 1:100'000 und 1:200'000) sowie der UP5 1:5'000 zur Verfügung.

#### **Breiten- und Höhenmessungen**

Für die Messung von Sohlenbreiten sowie von Bauwerks- und Absturzhöhen wurden jeweils ein Meter sowie ein Distanzmessgerät mitgeführt.

#### **Fotodokumentation**

Pro kartiertes Wasserbauprojekt wurde ein Foto zur Dokumentation aufgenommen. Den Auftraggebern wird zusammen mit diesem Bericht eine Fotodokumentation auf CD abgegeben.

## 5 Nachführung Ökomorphologie

### 5.1 Methodik

Die zweite Nachführung wurde wie die Ersterhebung und die erste Nachführung gemäss der Methode Ökomorphologie Stufe F<sup>1</sup> ausgeführt.

#### Abschnittnummerierung

In der Regel werden bei Nachführungen mehr Abschnitte ausgeschieden als bei der Erstkartierung. Dies zu berücksichtigen, weil Abschnittsnummern eindeutig sein müssen. Abb. 3 zeigt das Prinzip der Abschnittnummerierung.

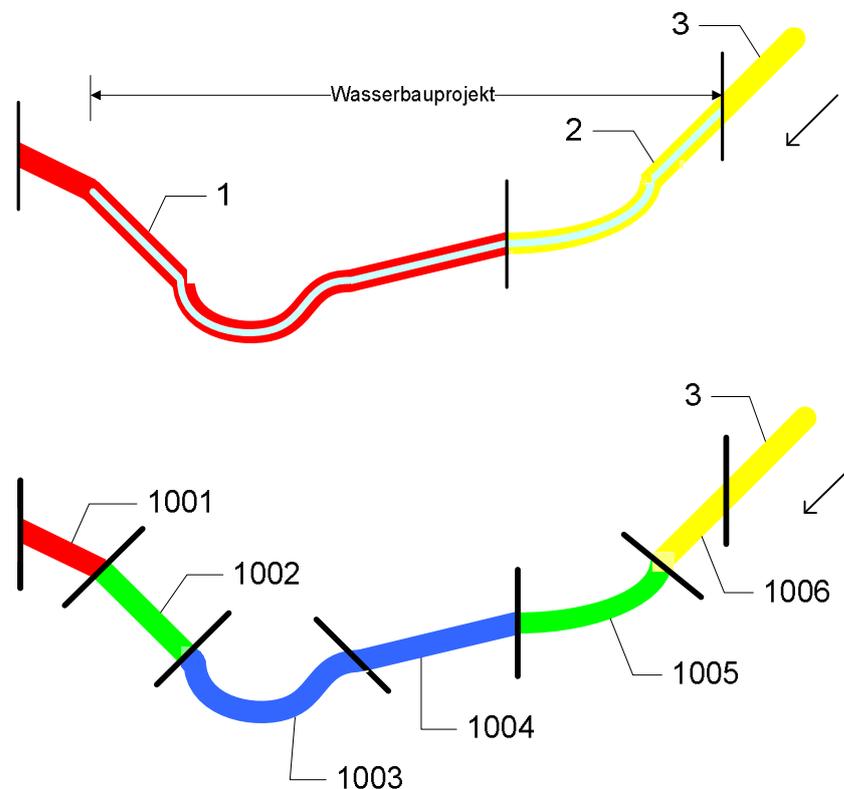


Abb. 3 Abschnittbildung Nachführung Ökomorphologie.

Die Abbildung zeigt zweimal denselben Gewässerabschnitt. Im oberen Teil sind die Resultate der Erstkartierung Ökomorphologie (Abschnitte 1 bis 3) dargestellt. Zusätzlich ist die in einem Wasserbauprojekt renaturierte Strecke markiert. Sie umfasst teilweise Abschnitt 1 und den ganzen Abschnitt 2. Die untere Darstellung zeigt die Resultate der Nachkartierung. Im Rahmen der Nachführung werden ganze Abschnitte ersetzt, da sonst Datenlücken entstehen. Von den 6 neu erfassten Abschnitten ist einer (1001) gegenüber der Erstkartierung unverändert (er liegt

<sup>1</sup> BUWAL, 1998: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27

ausserhalb der Renaturierungsstrecke). Für die Auswertungen werden nur die renaturierten Abschnitte 1002 bis 1006 berücksichtigt.

Für die Abschnittnummerierung wird die Nummer des untersten Abschnitts aus der Erstkartierung übernommen und um drei Stellen (001) verlängert. Die nachfolgenden Abschnitte werden fortlaufend aufsteigend nummeriert. Die oberhalb der Baumassnahmen liegenden Abschnitte werden nicht umnummeriert (hier Abschnitte 3 ff).

### **Bauwerk- und Absturzdaten**

In den nachgeführten Abschnitten wurden alle neuen und nach wie vor bestehenden Abstürze und Bauwerke mittels der jeweiligen Eingabemaske in der Datenbank erfasst. Die Position wurde mittels im Laptop integriertem GPS bestimmt.

Sofern vom Gelände und Wasserführung her möglich wurden die Absturzhöhen gemessen, andernfalls geschätzt.

## **5.2 Vorgehen**

Der überwiegende Teil der Projekte umfasste eine Neuaufnahme der Ökomorphologie ohne gleichzeitige Anpassung des GN5. Die Bearbeitung der Nachführung erfolgte in 6 Schritten, die im Folgenden beschrieben werden.

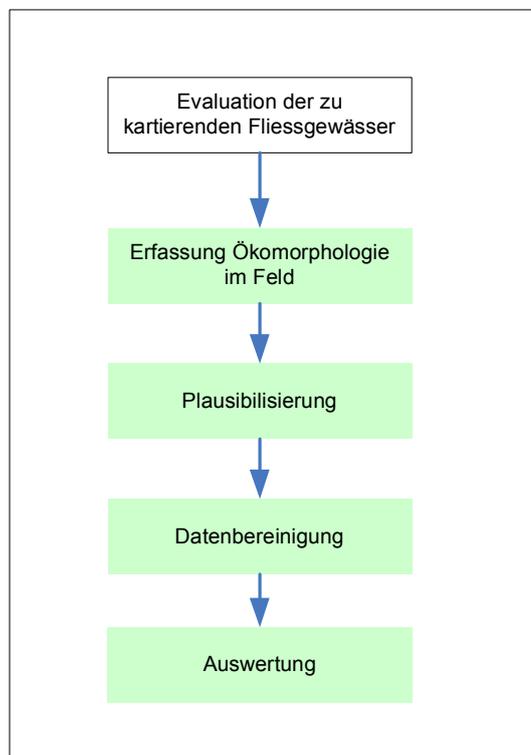


Abb. 4 Vorgehensschema Nachführung Ökomorphologie

### **5.2.1 Evaluation der Wasserbauvorhaben**

Beim AWA sind seit der ersten Nachführung Ökomorphologie projektspezifische Checklisten als Basisinputs für die aktuelle Nachführung gesammelt worden. In einem nächsten Schritt wurde an Sitzungen mit Vertretern der OIKs und den Fischereiaufsehern die zwischen 2004 und 2009 realisierten Projekte gesammelt, auf einem Übersichtsplan eingetragen und typisiert. Zusätzlich sind weitere Gewässerabschnitte in das Kartierprogramm aufgenommen worden: Aktualisierungen, welche bei der ersten Nachführung nicht berücksichtigt worden waren, Abschnitte, welche noch gar nie kartiert worden sind (und auf Wunsch der OIKs kartiert wurden), und vereinzelt auch Abschnitte, welche bei der Erstkartierung offensichtlich fehlerhaft aufgenommen worden waren.

### **5.2.2 Erfassung der Ökomorphologie im Feld**

#### **Vorbereitungsarbeiten**

Auf einem Laptop der speziell für Arbeiten im Feld konzipiert ist, wurde ArcGIS 9.3.1 installiert und der aktuellste Stand des Ökomorphologie Geodatensatzes sowie das Gewässernetz GN5 geladen. Für die Kartierer wurde je eine personalisierte Access Datenbank zur Dateneingabe Ökomorphologie und eine zur Eingabe der Ökomorphologie bei verändertem Gerinneverlauf (GN5 neu) eingerichtet.

Zur Vermeidung von Fehlern und zur Vereinheitlichung der Vorgehensweise im Feld wurden Merkblätter angefertigt, die genaue Anweisungen zur Dateneingabe in die Datenbanken sowie zur Kartierung mit GIS vorgeben. Den Kartierenden stand somit je ein Feldmanual zur Datenerfassung Ökomorphologie, Kartierung und Datenerfassung GN5 sowie zur Handhabung des GPS zur Verfügung.

Die Projekte wurden zwischen den zwei Kartierenden der Sigmaphan AG in eine Region Süd und eine Region Nord aufgeteilt, damit während den Feldtagen möglichst effiziente Routen abgearbeitet werden konnten.

Anlässlich eines Feldtages am Lötschenbach in Ostermundigen wurde ein Eichtag durchgeführt, um mögliche Abweichungen in der Beurteilung auszugleichen.

#### **Feldaufnahmen**

Von Juli bis November 2010 wurden an 46 Feldtagen 134.5 km Fliessgewässer kartiert. Dies entspricht einer Tagesleistung von durchschnittlich 2.9 km, wobei die Tagesleistung im Berner Oberland aufgrund teilweise erschwerter direkter Zugänglichkeit der Bachläufe mit dem Auto sowie unwegsamem Gelände eher tiefer war.

Da nur ein Feld-PC zur Verfügung stand, konnte jeweils nur ein Kartierer unterwegs sein. Dies verlangte eine gute Terminplanung und gegenseitige Abstimmung.

#### **Kartierung von Abschnitten ohne GN5-Änderungen**

Im Folgenden wird der Bearbeitungsablauf an einem Beispiel aufgezeigt.

Abb. 5 zeigt einen Printscreen der GIS-Oberfläche, wie sie im Feld eingesetzt worden ist. Dargestellt ist das Gebiet um den Flugplatz Bern Belpmoos. Grün eingefärbt sind die Kartierprojekte 237 und 238, welche vor Ort kartiert werden mussten.

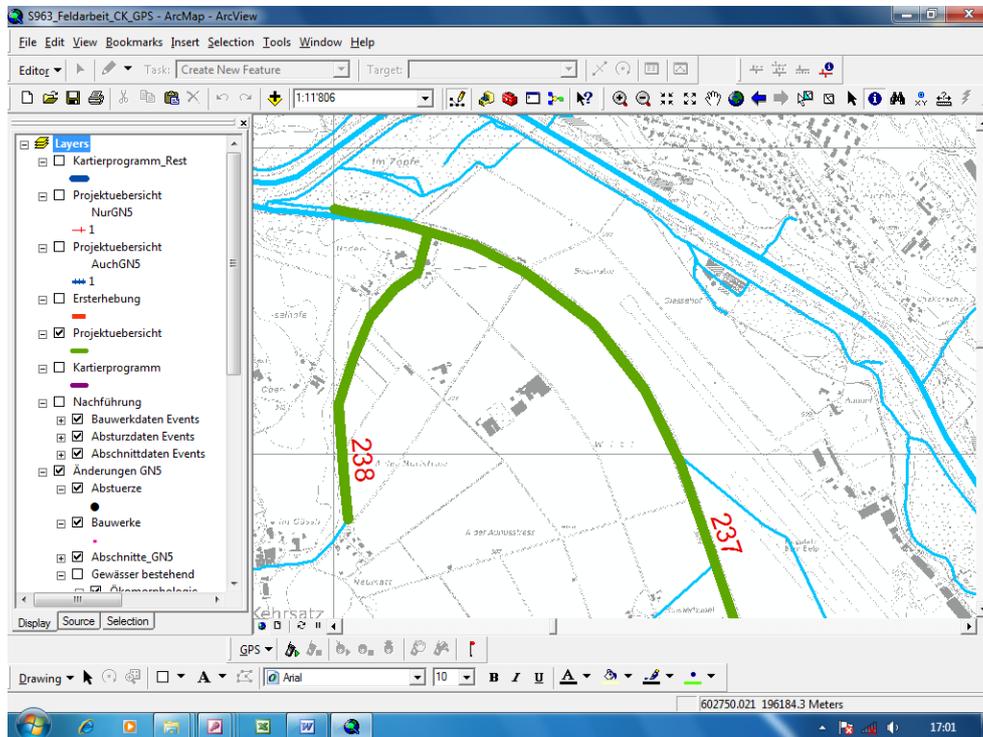


Abb. 5 Projektübersicht

In Abb. 6 sind die Resultate der Erstkartierungen eingeblendet. Der Mühlebach (Projekt 238) war vor den Hochwasserschutz- und Revitalisierungsmassnahmen im Unterlauf eingedolt. Die offen fließende Strecke war bei der Erstkartierung als naturfremd/künstlich bewertet worden (Klasse IV, rot). Das kleine Fenster zeigt einen Teil der in der Ersterhebung erhobenen Merkmale für einen Abschnitt der Gürbe (Projekt 237)

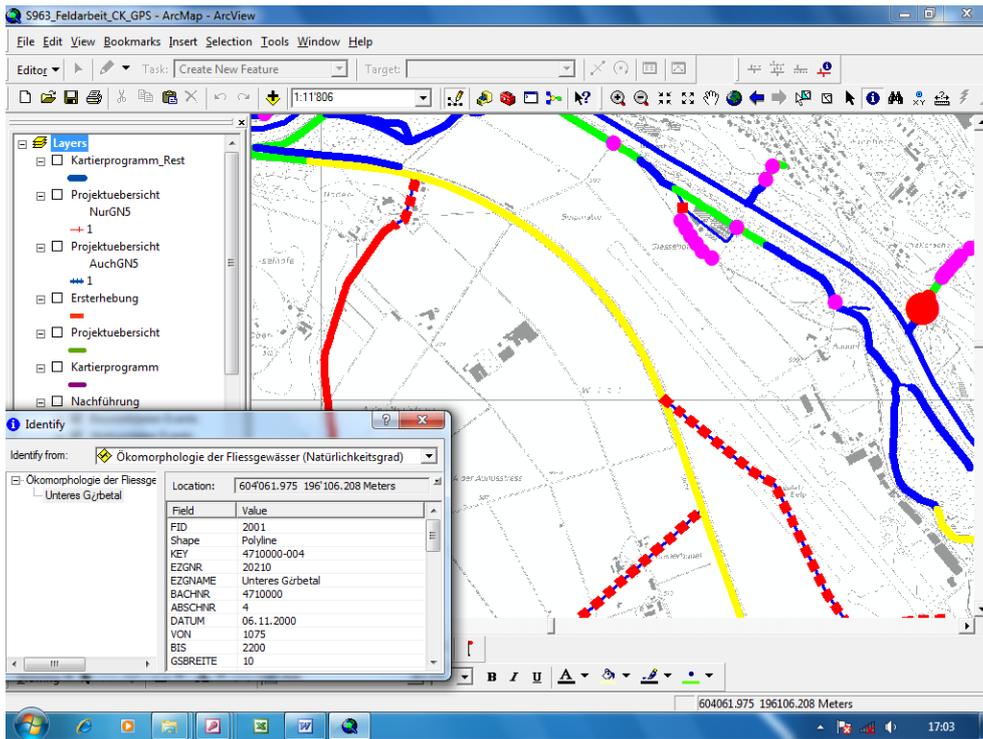


Abb. 6 Bestehender Datensatz Ökomorphologie Kanton Bern

Die Abschnittskartierungen erfolgen von unten nach oben hin, beginnend mit jenem Abschnitt der Erstkartierung, in welchem das Wasserbauprojekt beginnt. Im Projekt Nr. 238 ist dies bei der Mündung in die Gürbe. Die Merkmale werden über eine Eingabemaske (Abb. 7) direkt in die Änderungsdatenbank eingegeben.

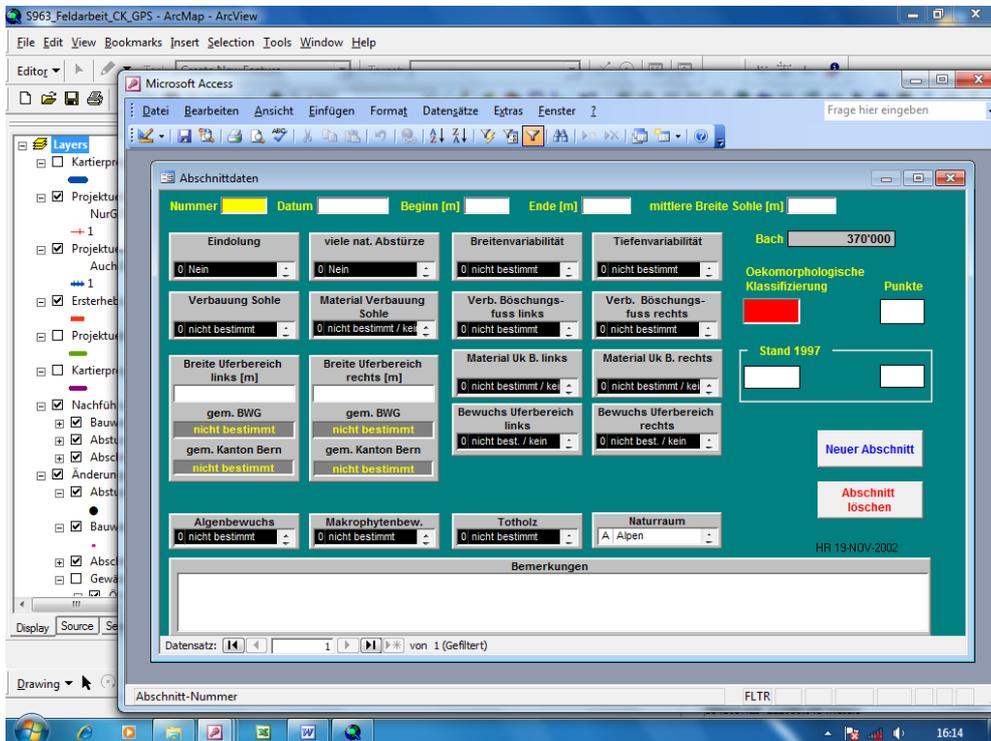


Abb. 7 Eingabemaske Datenbank Nachführung Ökomorphologie, Abschnittdaten

In der folgenden Abbildung sind die Resultate (ökomorphologische Klassen) der Nachkartierungen eingeblendet. Dies erlaubt eine erste grobe Plausibilisierung der Daten vor Ort. Sind die Daten beispielsweise einer falschen Bach-Nr. zugewiesen worden, so werden nicht die erwarteten Bäche eingefärbt. Stimmen die Abschnittsgrenzen nicht, so werden die Resultate auch an einem falschen Ort eingeblendet. Eine Korrektur ist gleich im Feld möglich. Die Eingaben für einzelne Abschnitte können laufend über das kleine Fenster kontrolliert werden.

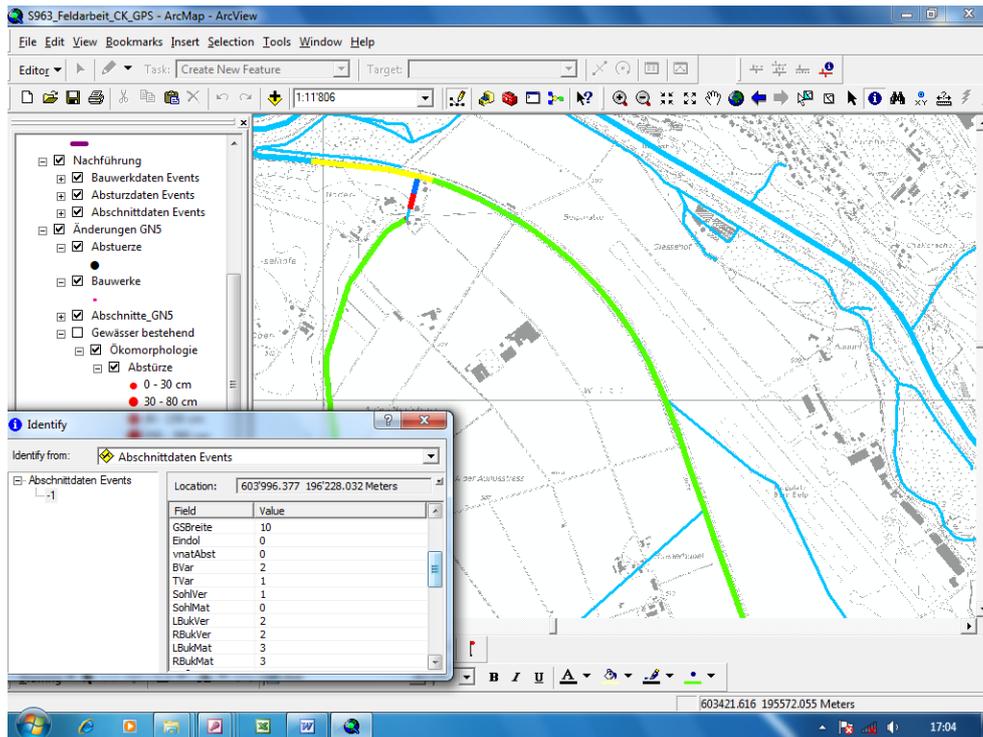


Abb. 8 Resultate Zweite Nachführung Ökomorphologie Stufe F.

Der Mündungsbereich des Mühlebachs in die Gürbe ist als natürlich/naturnah bewertet worden (Klasse I, blau). Nach einem kurzen eingedolten Abschnitt wurde die Gewässerstruktur bis praktisch zum Ende des Wasserbauprojekts als leicht beeinträchtigt (Klasse II, grün) eingestuft.



Abb. 9 Der neu renaturierte Mühlebach wird bereits von Enten erforscht.

Die Überlagerung des alten Kartierstands mit den Resultaten der Nachkartierung (Abb. 10) erlaubt eine zusätzliche grobe Plausibilisierung vor Ort

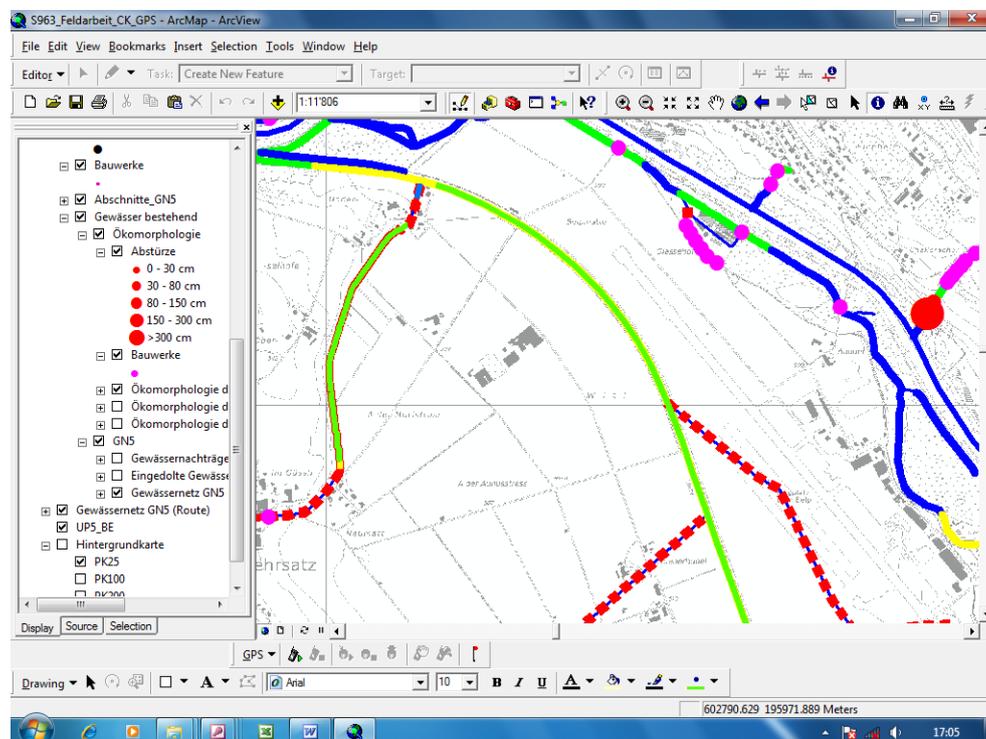


Abb. 10 Überlagerung des alten Kartierstands mit den Resultaten der Nachkartierung

### Kartierung von Abstürzen und Bauwerken

In den neu aufgenommenen Abschnitten wurden alle vorhandenen Abstürze und Bauwerke mit den dafür vorbereiteten Eingabemasken erfasst. So wird sichergestellt, dass die Hindernisse den richtigen (neuen) Abschnittnummern zugewiesen werden.

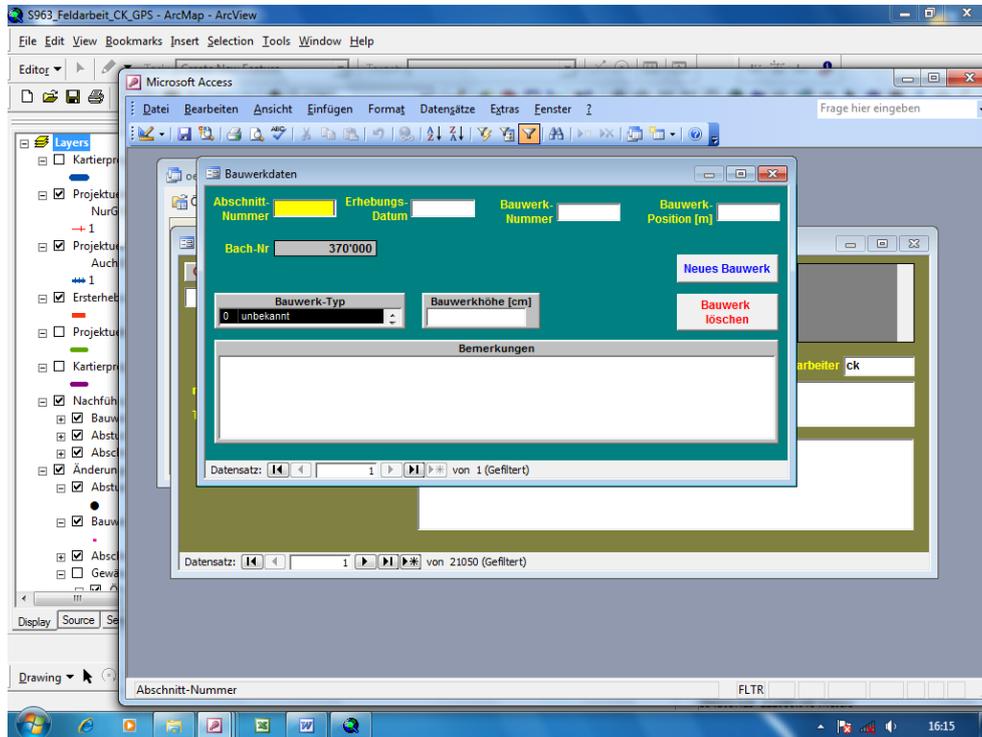


Abb. 11 Eingabemaske für Bauwerkdaten

### Ökomorphologische Kartierung auf Abschnitten mit GN5-Änderungen

Wenn neben der Gewässerstruktur auch der –Lauf so verändert ist, dass das GN5 aktualisiert werden musste, wurde ein anderes Vorgehen gewählt, welches in Kapitel 6 beschrieben wird.

#### 5.2.3 Datenbereinigung

Erste Plausibilisierungen und Bereinigungen wurden, wie gezeigt, laufend im Feld vorgenommen. Nach Abschluss der Feldaufnahmen wurden alle Daten systematisch auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Im Hinblick auf die Auswertungen wurden die Abschnitte daraufhin beurteilt, ob sie auf einem Wasserbauprojekt liegen, oder als unveränderte Abschnitte die Verbindung zu Abschnittsgrenzen der Erstkartierung bilden. Weiter wurden Abschnitte nicht in die Auswertungen einbezogen, wenn sie auf Wunsch der OIKs erstmals erhoben worden sind. Nur die effektiv veränderten Abschnitte werden in die Auswertungen einbezogen.

### **Qualitätssicherung**

Die Qualität der Erhebung, Erfassung, Datenaufbereitung und Auswertung wurde im Einzelnen wie folgt sichergestellt:

- Durchführung einer gemeinsamen Eichkartierung.
- Protokollierung und Besprechung der bei der Kartierung festgestellten Beurteilungsprobleme und Fragen.
- Fehlermeldung der Datenbank, falls ein Feld nicht ausgefüllt wurde oder die gemachte Angabe in Widerspruch mit einem anderen Parameter steht.
- Kontrolle der erfassten Daten im GIS mittels Vergleich zum GIS-Layer der Ersterhebung vor Ort direkt am Fließgewässer (Nur in Fällen ohne GN5-Anpassung möglich).
- Externe Sicherung der Datenbank- und GIS-Daten am Ende jedes Felddtags zur Minimierung des Datenverlustrisikos. Der Feldlaptop hat einwandfrei funktioniert, es sind nie Daten verloren gegangen.
- Kontrolle, Plausibilisierung und Aufbereitung der erfassten ökomorphologischen Daten und GN5 Aktualisierungen durch eine GIS-Spezialistin.
- Nachkontrolle der einzelnen bearbeiteten Kartierprojekte, abschnittsweise Kontrolle tatsächlicher Veränderungen sowohl bei der Nachführung Ökomorphologie als auch bei den Aktualisierungen des GN5 im Büro.

### **Spezialfälle**

Auf Wunsch der OIKs sind einzelne Bäche oder Bachabschnitte erstmals kartiert worden. Zudem wurden in zwei Fällen (an der alten Aare und an der Rot) offensichtliche Fehler bei der mittleren Sohlenbreite in Absprache mit dem Auftraggeber ohne Feldkontrolle korrigiert. Diese Daten sind nicht in die Auswertungen einbezogen worden.

#### **Manuelle Anpassungen an der alten Aare und der Rot:**

- Gerinnebreite der Alten Aare (BachNr 4330000; Abschnitte 19 bis 30)  
→ GSBREITE 5m (alt 1.3m)
- Gerinnebreite der Rot (BachNr 5190000; Abschnitte 1001 und 1003)  
→ GSBREITE 6m (alt 1m)

### **5.2.4 Auswertung**

Die Auswertung der Daten erfolgte nach Abschluss aller Kontroll- und Übertragungsarbeiten für sämtliche kartierten Projekte. Die Resultate werden in Kapitel 7 vorgestellt.

## 6 Aktualisierung GN5

Die Datenerhebung zur Aktualisierung des GN5 erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Tiefbauamt gemäss unten aufgeführtem Schema.

Gerinneveränderungen wurden neu aufgenommen, wenn zwischen dem GN5 und der tatsächlichen Lage des Gerinnes ein Abstand von mindestens 10 m bestand. Für alle neu aufgenommenen Gerinneabschnitte wurde auch die Ökomorphologie erhoben.

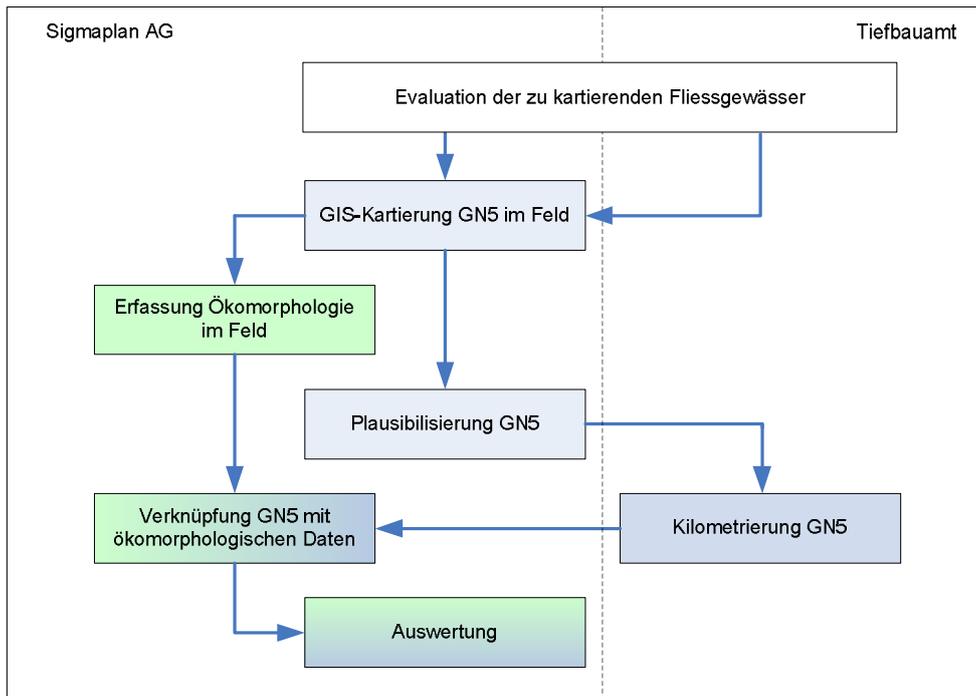


Abb. 12 Bearbeitungsschema Aktualisierung GN5

### 6.1 Evaluation Aktualisierungsbedarf

In Zusammenarbeit mit den 4 Oberkreisinспекtoraten und dem TBA (S. Zimmerli) wurden diejenigen Fliessgewässerabschnitte bestimmt, die aufgrund einer Abweichung des Bachlaufes um mindestens 10m gegenüber dem bestehenden GN5-Datensatz neu zu kartieren waren. Es wurden insgesamt rund 70 Fälle ins Kartierprogramm aufgenommen. Weitere Fälle konnten vom TBA bearbeitet werden, ohne dass Feldaufnahmen notwendig gewesen sind.

### 6.2 Vorgehensweise Aktualisierung GN5

Abb. 13 zeigt, am Beispiel des Moosbachs, in welchem Bereich das GN5 aktualisiert werden musste. Die grüne Linie überdeckt den Verlauf des Moosbachs gemäss aktuellem GN5. Der neue Verlauf zwischen den beiden grossen Gebäuden ist im UP5 bereits korrekt eingetragen.

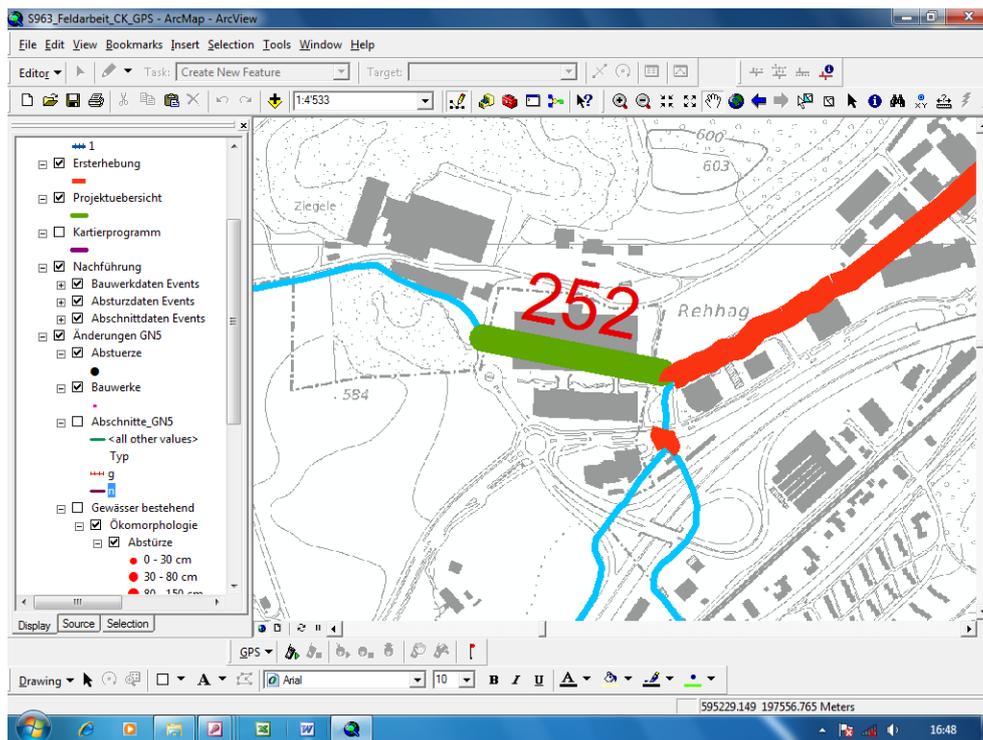


Abb. 13 GN5-Aktualisierungsbedarf im Bereich der grünen Linie. Die rote Linie markiert einen Abschnitt des Stadtbachs, welcher im Rahmen der ersten Nachführung aufgenommen worden ist.

In einem ersten Bearbeitungsschritt im Feld wird der neue Verlauf aufgenommen und digitalisiert. In Abb. 14 ist der neue Verlauf mit einer ausgezogenen Linie dargestellt, der ehemalige (aus dem GN5 zu löschende Abschnitt) mit einer gestrichelten Linie aufgeführt.

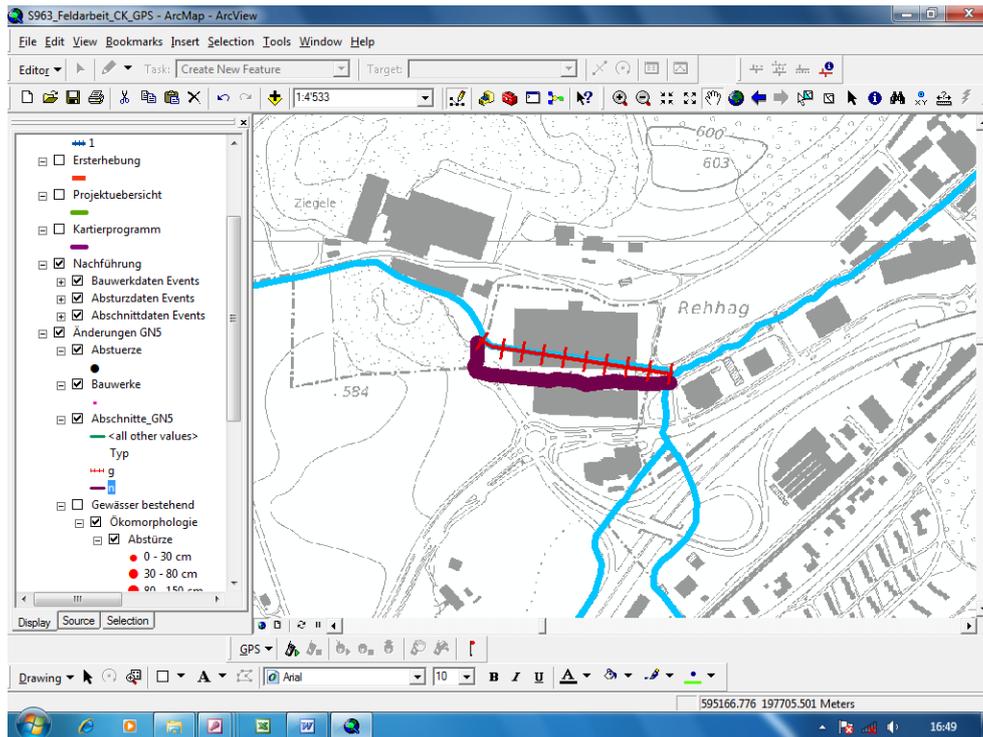


Abb. 14 Aktualisierung GN5, neuer (dicke Linie) und ehemaliger (gestrichelte Linie) Gerinneverlauf des Moosbachs vor der Mündung in den Stadtbach Bern.

Für die Kartierung von neuen Bachläufen und Hindernissen im offenen Feld hat sich der Einsatz des GPS sehr bewährt. Die aktuelle Position gemäss GPS lässt sich laufend auf der GIS-Oberfläche einblenden. In der folgenden Beispielabbildung befindet sich der Feldlaptop neben dem Berichtverfasser im Büro der Sigmaplan AG. Die Änderungen werden nach Abschluss der Kartierarbeiten vom TBA ins GN5 übernommen. Anschliessend werden die Ökomorphologiedaten auf das neue Gewässernetz übertragen.

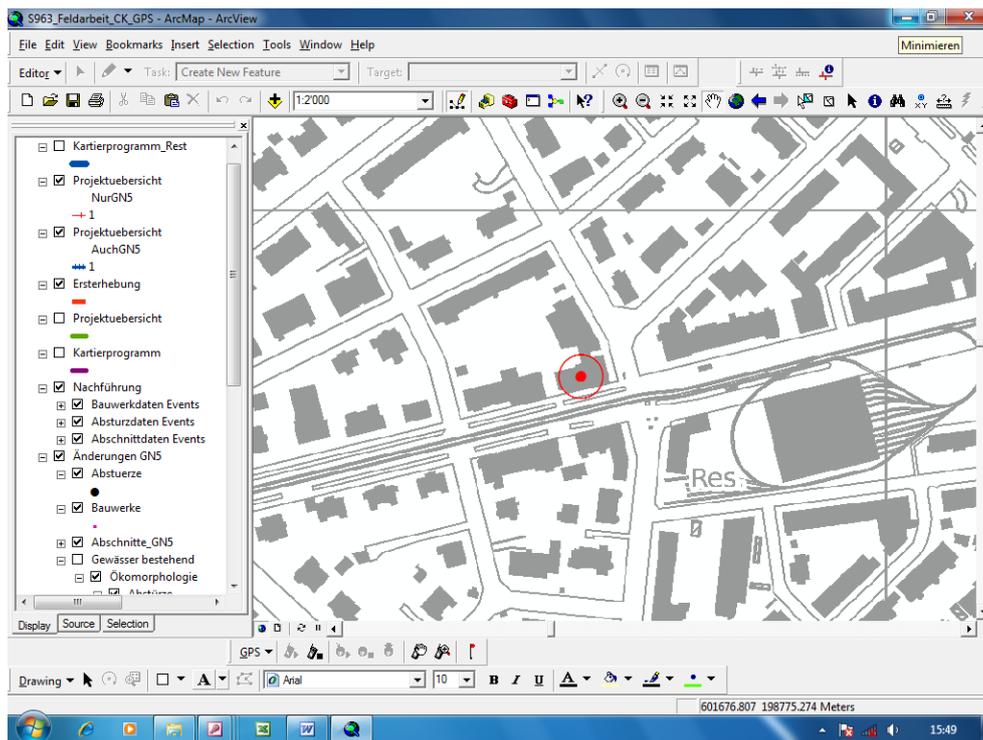


Abb. 15 Laptop-Position gemäss GPS an der Thunstrasse 91 in Bern

In einem zweiten Bearbeitungsschritt werden Ökomorphologie und Hindernisse des digitalisierten Abschnitts aufgenommen. Die Resultate werden in eine identische Datenbank eingegeben wie die Daten der reinen Ökomorphologieprojekte. Weil die neu digitalisierten Gerinneverläufe aber noch keine Kilometrierung aufweisen (diese ist erst nach der Aktualisierung des GN5 verfügbar), werden die Abschnitte systematisch mit einer Länge von 100 Metern angegeben. Der neue Gerinneverlauf wird bei jeder Abschnittsgrenze unterteilt und die einzelnen Segmente werden mit Nummern versehen. Diese Abschnittnummern entsprechen jenen in der Datenbank, womit ein eindeutiger Bezug gegeben ist.

### 6.3 Datenplausibilisierung

Zusammen mit der GIS-Bearbeiterin der Sigmaplan AG wurden nach Abschluss der Feldarbeiten alle neu digitalisierten GN5 Abschnitte hinsichtlich ihrer Länge, tatsächlichen Abweichung und Abschnitteinteilung kontrolliert und plausibilisiert. Des Weiteren wurde sichergestellt, dass bei der Kartierung Zuflüsse mit dem neuen Gerinneverlauf verknüpft wurden und dass der alte Bachverlauf als 'gelöscht' bezeichnet worden war.

### 6.4 Kilometrierung GN5

Das seitens Sigmaplan bereinigte GN5 shp-File wurden anschliessend S. Zimmerli vom TBA zur Anpassung der Geometrie und zur Kilometrierung zugestellt.

## 6.5 Datenaufbereitung

SigmaPlan hat, nach Erhalt des aktualisierten GN5, dieses mit den Daten zum ökomorphologischen Zustand aus der Access-Datenbank verknüpft. Dabei mussten die vorher provisorisch in 100m Schritten angelegten Abschnittslängen an die tatsächlichen Abschnittslängen der kilometrierten Shapes angepasst, sowie sichergestellt werden, dass die neu kartierten Abschnitte an die Abschnittsgrenzen des bestehenden Ökomorphologiedatensatzes anschliessen.

Auf Basis des aktualisierten GN5 kann auch die Position der Abstürze und Bauwerke bestimmt werden (siehe Abb. 16).

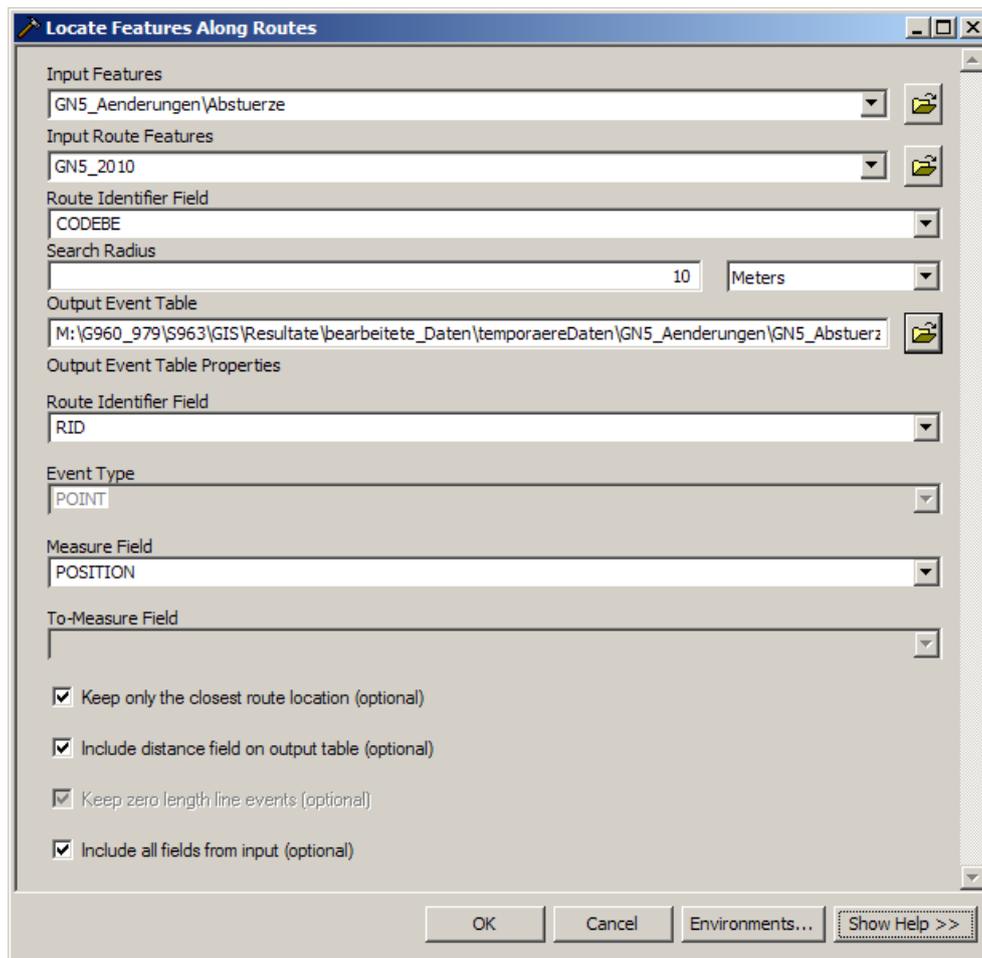


Abb. 16 Bestimmung der Position von Punktobjekten (am Beispiel der Abstürze)

Die maximale Abweichung der digitalisierten Abstürze zum neuen GN5 beträgt 6.3m; die grösste Differenz zwischen den digitalisierten Bauwerken und dem neuen GN5 ist 8.5m. Zur linearen Referenzierung der Abschnittsdaten muss der Search Radius etwas vergrössert werden (20m).

Damit sind die CODEBE-Nummern und die Positions- bzw. Von-Bis-Angaben bekannt und können mit den in der Datenbank erfassten Attributen verknüpft werden.

Um aus dem Datensatz von 2005 die nicht veränderten Ökomorphologie-Abschnitte zu erhalten, wird dieser Datensatz und die neu erfassten Daten übereinander gelegt (Overlay Route Events - Union). Alle Teilstücke, die nicht neu kartiert wurden, können so als zu übernehmende Abschnitte definiert werden.

Schliesslich sind noch folgende zusätzliche Attribute zu bestimmen:

- EZGNR
- EZGName
- N Raum
- GewOrd
- GISGewOrd

## 6.6 Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte nach Abschluss aller Kontroll- und Übertragungsarbeiten für sämtliche kartierten Projekte. Die Resultate werden in Kapitel 7 vorgestellt.

Die Veränderungen zwischen dem Stand von 2005 und dem heutigen Zustand werden mittels „Overlay Route Events - Intersect“ bestimmt. Die Länge der Abschnitte wird dabei nicht über die geometrische Länge definiert, sondern über die Differenz BIS - VON.

Ausserdem werden die beiden kompletten Zeitstände miteinander verglichen. Da in der zweiten Nachführung auch neue GN5-Abschnitte sowie zusätzliche Kartierungen enthalten sind, ist die Gesamtlänge der kartierten Abschnitte grösser.

## 7 Resultate

### 7.1 Neuklassierung Ökomorphologiedaten (Ersterhebungsdaten)

Im Rahmen der Auswertung der Nachführungsdaten ist bei den bestehenden Ökomorphologiedaten ein Widerspruch zur Auswertung gemäss Methodenpaper des BAFU<sup>2</sup> entdeckt worden. Abschnitte mit einer Sohlenverbauung von >30% mit Steinschüttung oder Rauhbett sind für diesen Parameter mit 3 statt mit 2 Punkten bewertet worden und weisen deshalb ein um 1 Punkt zu hohes Punktetotal auf. Das Problem betrifft rund 2400 von insgesamt knapp 37'000 Abschnitten im Kanton Bern. Bei 480 Abschnitten führt dies zur Einstufung in eine schlechtere Klasse (167 Abschnitte Klasse 3 statt 2; 313 Abschnitte Klasse 4 statt 3).

#### 7.1.1 Problembewertung

Die Ökomorphologiedaten Stufe F stellen unter anderem eine sehr wichtige Grundlage für die kommenden Revitalisierungsplanungen dar. Es ist deshalb wichtig, dass die Auswertungen gemäss den methodischen Vorgaben vorgenommen werden.

Der Fehler betrifft nur einen kleinen Teil der Abschnitte und führt nur in 1.3% der Abschnitte, zu Klassenwechseln. Insofern ist das Problem nicht sehr gravierend.

Zurzeit ist nicht bekannt, ob auch andere Kantone bisher mit derselben Auswertungsvorlage gearbeitet haben.

Schlussendlich stellt sich die Frage, wie gross der inhaltliche Fehler der aktuellen Auswertungsweise ist. Steinschüttungen, Rauhbettverbauungen sind grundsätzlich durchlässig und daher besser zu bewerten als dichte Verbauungstypen. Es kann aber auch argumentiert werden, dass so stark verbaute Abschnitte unabhängig vom Verbauungsmaterial früher oder später verdichtet werden und so die bisherige Bewertung „mit der Zeit“ stimmen wird.

#### 7.1.2 Neuauswertung aller Abschnitte

Gemeinsam mit M. Zeh (GBL) wurde entschieden, dass alle Abschnitte der Ökomorphologie Stufe F neu ausgewertet werden. Damit entspricht die Auswertung den Vorgaben der Methodenpublikation.

Die im Folgenden gezeigten Resultate und Vergleiche basieren auf den neuberechneten Abschnittsbewertungen.

---

<sup>2</sup> BUWAL, 1998: Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27

## 7.2 Kartografische Darstellung der Resultate als GIS-Layer

Drei shp-Files (Abschnitte, Bauwerke und Abstürze) mit den aktualisierten Daten werden den Auftraggebern abgegeben. Die Beschreibung der Attribute ist in Anhang 1 zu finden.

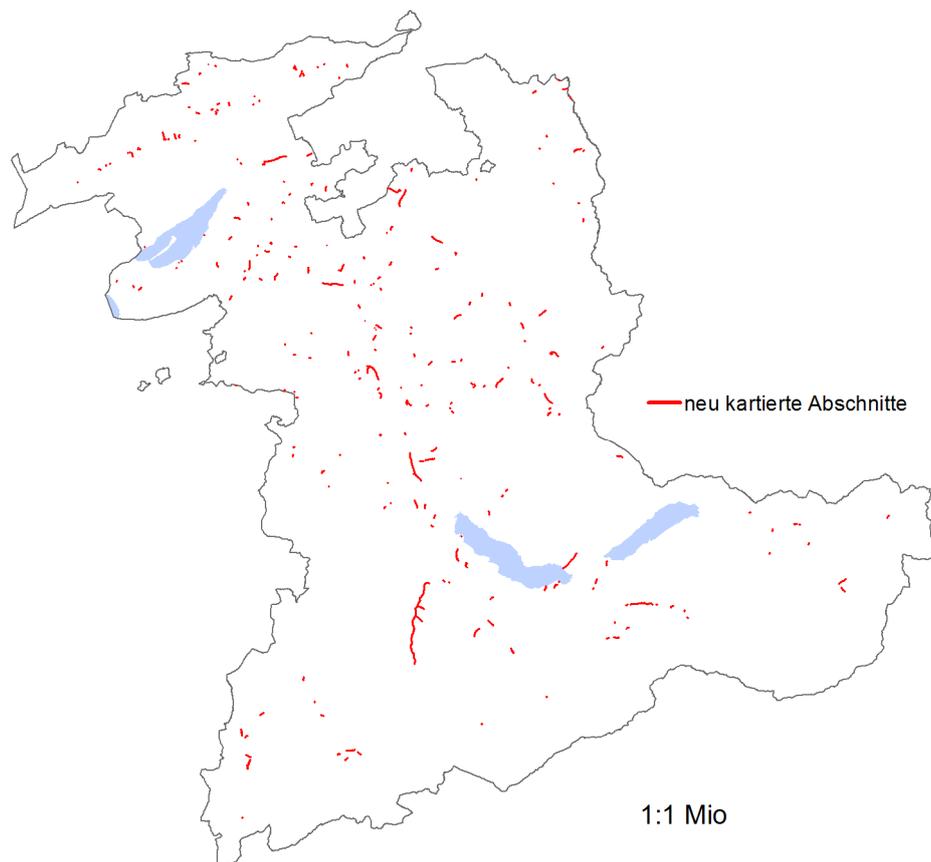


Abb. 17 Überblick über die im Rahmen der zweiten Nachführung Ökomorphologie und der Aktualisierung GN5 neu kartierten Gewässerabschnitte

## 7.3 Verschiebungen zwischen den Klassen

Innerhalb der zweiten Nachführung wurden 134.4 km Gewässerabschnitte im Feld beurteilt. Tab. 1 und Tab. 2 zeigen einen Überblick über die Klassierung der Abschnitte der ersten und zweiten Nachführung sowie die Differenz zwischen den Kartierungen.

Tab. 1 Veränderungen zwischen den Klassen aufgrund der zweiten Nachkartierung [km]

| Klasse               | K     | II    | III   | IV     | V     |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Stand Erstkartierung | 12.36 | 25.91 | 36.20 | 18.15  | 15.81 |
| Stand Nachkartierung | 17.77 | 63.17 | 35.41 | 5.63   | 12.43 |
| Differenz            | 5.41  | 37.26 | -0.79 | -12.52 | -3.38 |

|     |                      |
|-----|----------------------|
| I   | natürlich / naturnah |
| II  | wenig beeinträchtigt |
| III | stark beeinträchtigt |

|    |                        |
|----|------------------------|
| IV | naturfremd / künstlich |
| V  | eingedolt              |

Die Summe der Differenzen ergibt knapp 26 km. Dabei handelt es sich entweder um neue GN5-Abschnitte oder um Fließgewässer, die in der Erstkartierung nicht erfasst worden waren. So wurden beispielsweise 8.89 km der 12.43 in der Nachführung als eingedolt erfassten Strecken erstmals aufgenommen (vgl. Abb. 19)

Abb. 18 zeigt einen Überblicksvergleich zwischen den Resultaten der Ersterhebung und der zweiten Nachführung. Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass die allgemeine Richtung stimmt: Die Anteile der ökomorphologisch wertvollen Klassen I und II sind in der Nachführung höher als bei der Erstkartierung. Ohne die Neukartierung des Chirel (Aktualisierung GN5) würde die Zunahme bei Klasse I deutlich ausgeprägter ausfallen. Dies bedeutet, dass Renaturierungen tatsächlich tendenziell zu deutlichen Verbesserungen bei der Ökomorphologie führen. Weil Wasserbauprojekte häufig nicht ausschliesslich Renaturierungen oder Hochwasserschutzprojekte sind, sondern häufig Kombinationen von beidem darstellen, ist weiterhin mit einem Anteil Gewässerstrecken der Klassen III-V zu rechnen.

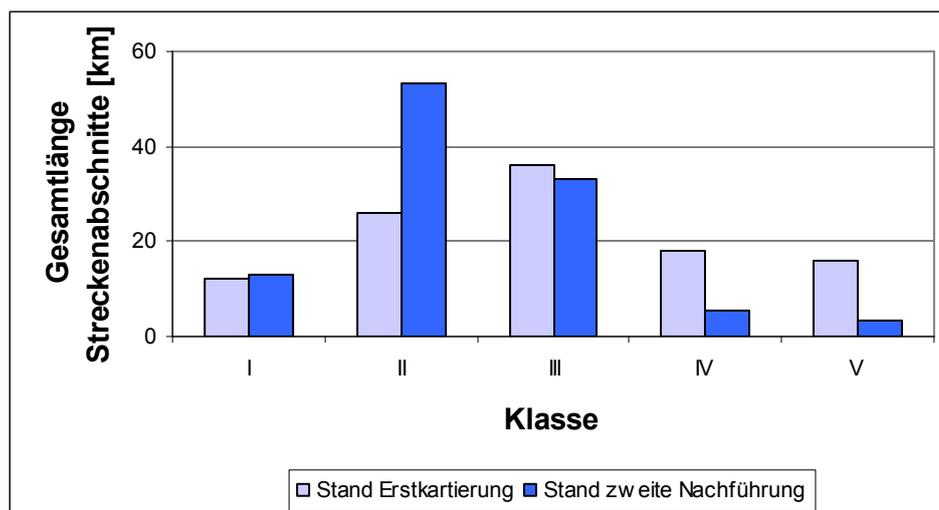


Abb. 18 Verschiebungen zwischen den Klassen (ohne erstmals erhobene Abschnitte)

Insgesamt rund 26 Gewässerkilometer sind auf Wunsch der OIKs erstmals erhoben worden. Abbildung 19 zeigt die Klassierung der entsprechenden Abschnitte.

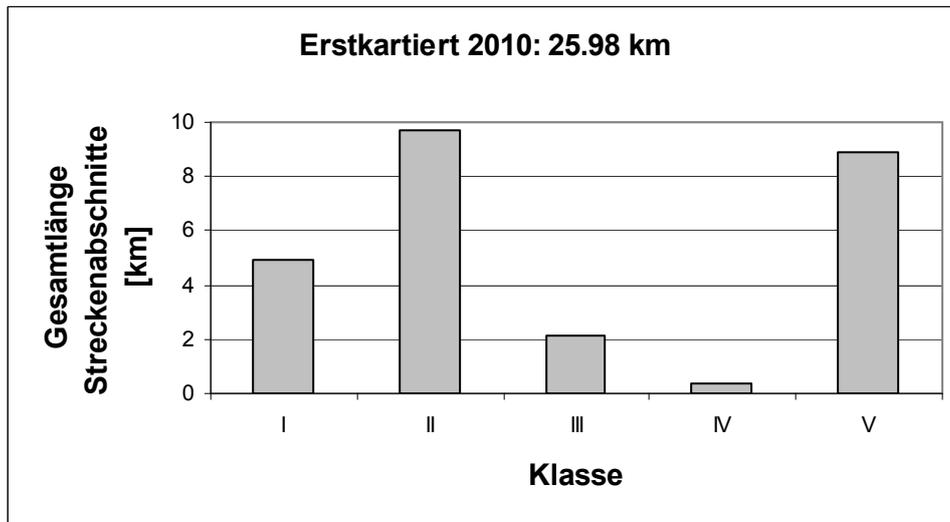


Abb. 19 Resultate der erstmals erfassten Gewässerabschnitte

Die Abb. 20 bis Abb. 24 zeigen für jede Klasse die Resultate der Nachkartierung. Dabei sind hellgrün diejenigen Streckenlängen angegeben, die bei der Nachführung besser abschnitten als bei der Erstkartierung. Grau dargestellt sind Abschnitte mit derselben Klassierung in beiden Erhebungen und orange jene Streckenanteile, die eine Rückstufung erfahren haben. Der Verbleib in einer Klasse bedeutet nicht zwingend, dass sich der Zustand nicht verändert hat. Vielerorts wurde eine Verbesserung festgestellt, welche aber nicht zu einem Klassenwechsel geführt hat.

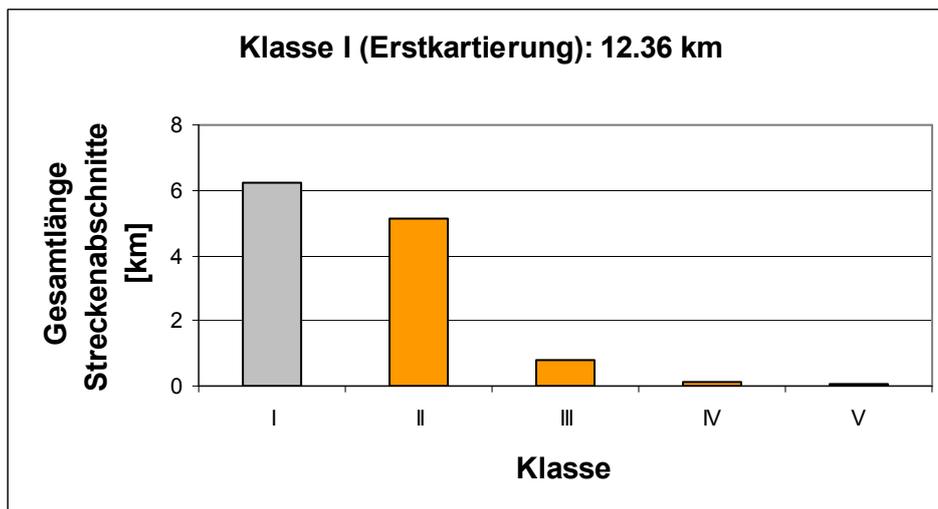


Abb. 20 Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse I (natürlich/naturnah) erfassten Abschnittsstrecken

Auffällig ist bei den natürlichen/naturnahen und den leicht beeinträchtigten Abschnitten (Klassen I und II), dass insgesamt lange Strecken in die Untersuchung einbezogen worden sind. Der Grund hierfür sind GN5-Anpassungen, welche infolge Hochwasserereignissen notwendig geworden sind. Der grösste Teil dieser Stre-

ckenabschnitte entfällt auf den Chirel im Diemtigtal, welcher vollständig neu erhoben worden ist. Da die neuen Gerinneverläufe auch teilweise befestigt und gesichert werden mussten, ist es bei einem recht grossen Anteil der Abschnitte zu einer Abklassierung gekommen, in der Regel um eine Klasse. Insgesamt dürfte die Behebung von Schäden der Hochwasser von 2005 und 2007 stark dazu beigetragen haben, dass an vielen Abschnitten der Klassen I und II Massnahmen realisiert worden sind (werden mussten).

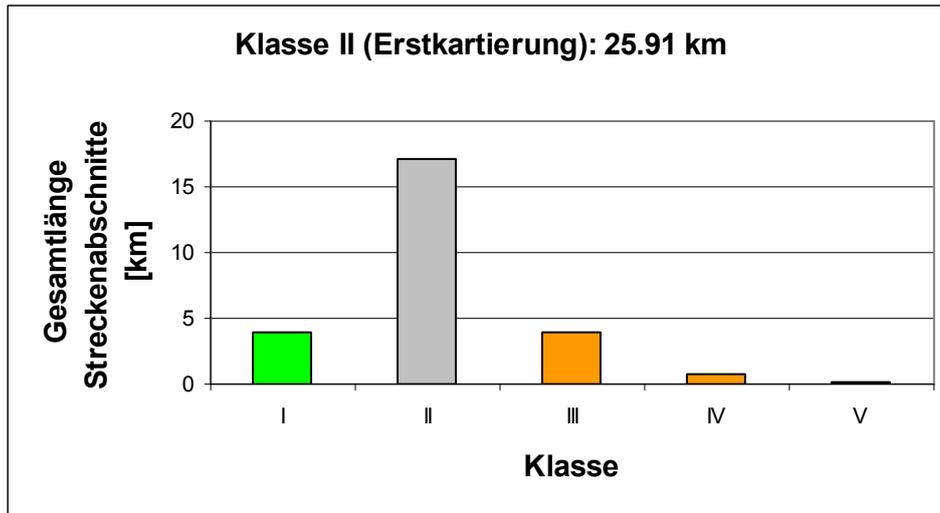


Abb. 21 Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse II (leicht beeinträchtigt) erfassten Abschnittsstrecken

Von den knapp 26 km erneut kartierten Abschnitten der Klasse II, „leicht beeinträchtigt“ ist der grösste Teil in derselben Klasse verblieben (vgl. auch Fallbeispiel Augand, Kapitel 8.1). Knapp 4.5 km der unverändert klassierten Abschnitte weisen neu eine verbesserte Punktezahl auf. Ein Aufstieg in die Klasse „natürlich/naturnah“ ist bei immerhin gut 4 Streckenkilometern erreicht worden.

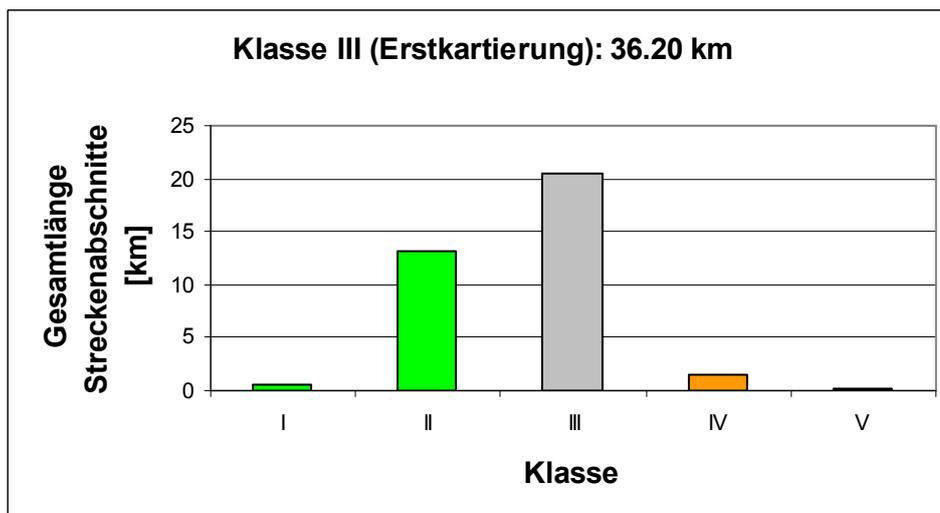


Abb. 22 Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse III (stark beeinträchtigt) erfassten Abschnittsstrecken

Gut ein Drittel der ursprünglich als „stark beeinträchtigt“ klassierten Abschnitte wurden im Rahmen der Nachkartierung besser klassiert. Weitere rund 6.5 Kilometer sind besser bewertet worden als in der Ersterhebung, verbleiben aber in der dritten Klasse. Der Anteil der Renaturierungen an den Abschnitten dieser Klasse dürfte (verglichen mit den naturfremd/künstlichen Abschnitten und den Ausdolungen) relativ klein sein.

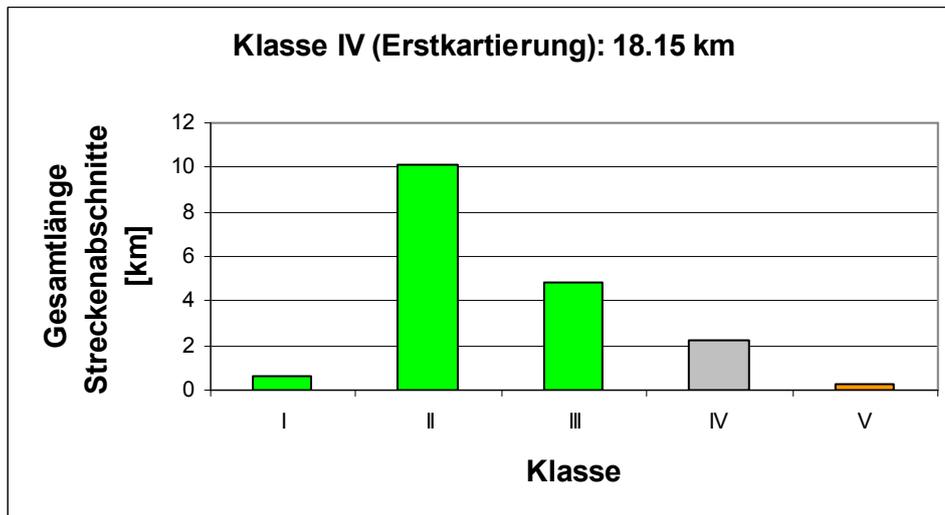


Abb. 23 Neue Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Klasse IV (naturfremd/künstlich) erfassten Abschnittsstrecken

Erfreulicherweise konnten ein grosser Teil der bisher naturfremd/künstlich klassierten Abschnitte besser bis deutlich besser klassiert werden: Gut 80% der Fließstrecken wurden aufklassiert. Mehr als die Hälfte aller Streckenabschnitte sind neu als „leicht beeinträchtigt“ eingestuft. Ungefähr ein Drittel der Strecken wurden um eine Klasse heraufgestuft.

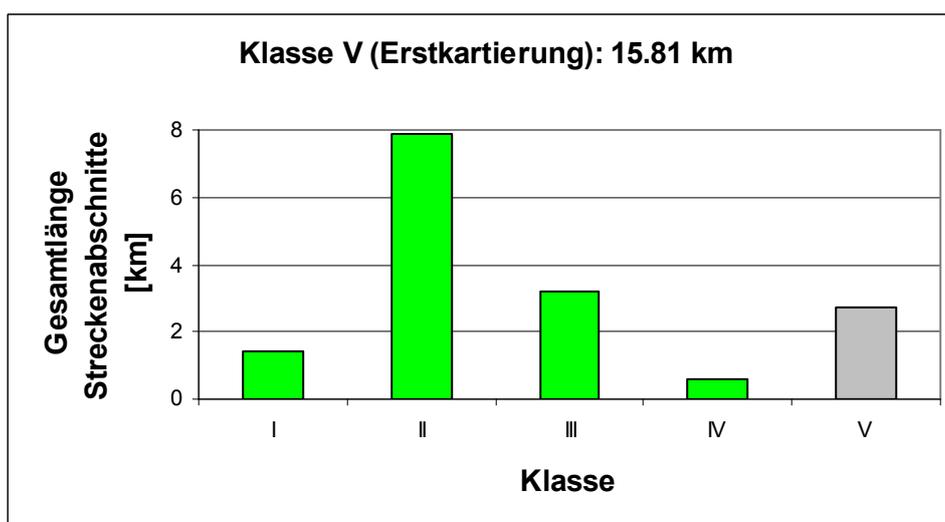


Abb. 24 Klassenzugehörigkeiten der in der Erstkartierung als Ausdolungen (Klasse V) erfassten Streckenabschnitte

Bei Ausdolungen handelt es sich zum grössten Teil um Renaturierungen. Es überrascht deshalb nicht, dass der grösste Teil der Ausdolungen neu den Klassen I und II zugewiesen sind. Je nach Gelände und Umlandnutzung (Steilheit, Hochwasserschutz) müssen auch bei Renaturierungen gewisse Abschnitte stark verbaut werden. Im Rahmen von Grossprojekten (zum Beispiel der Transjurane) werden zudem Eindolungen umgelegt, können aber nicht ausgedolt werden. Aus diesem Grund verbleibt ein Teil der Abschnitte eingedolt.

#### 7.4 Veränderungen bei den Punktständen

In Tab. 2 sind die Streckenlängen der einzelnen Punktstände zu den Zeitpunkten der Erstkartierung und der Nachkartierung aufgeführt. Zudem sind die Differenzen zwischen den beiden Ständen angegeben.

Tab. 2 Veränderungen der einzelnen Punktstände zwischen der Erstkartierung und der Nachkartierung [m]

| Punkte           | nk*    | 0    | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6    | 7    | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | Sum    |
|------------------|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| <b>1. Kart.</b>  | 25981  | 5116 | 7240 | 6915  | 6004  | 5241  | 7747  | 6399 | 8968 | 10482 | 10347 | 6123  | 3877  | 8152  | 15814 | 134406 |
| <b>Nachf.</b>    | 0      | 9878 | 7892 | 10442 | 14140 | 22121 | 16467 | 7227 | 9762 | 10963 | 7454  | 3277  | 1349  | 1007  | 12427 | 134406 |
| <b>Diff. [m]</b> | -25981 | 4762 | 652  | 3527  | 8136  | 16880 | 8720  | 828  | 794  | 481   | -2893 | -2846 | -2528 | -7145 | -3387 | 0      |

\* nk: Abschnitte, die bei der ersten Nachführung nicht kartiert wurden

Positive Werte bei den Differenzen bedeuten, dass neu ein grösserer Anteil an der Gesamtstrecke diese Punktezahl aufweist als nach der ersten Nachführung. Negative Werte weisen auf eine Entwicklung weg vom betreffenden Punktstand hin. Es zeigt sich, dass die hohen Punktstände (ab 9 Punkte) an Streckenanteilen verloren haben.

Tab. 3 zeigt die vollständige Übersicht über die Veränderungen zwischen den Punktständen.

Tab. 3 Überblick über die Veränderungen zwischen einzelnen Punktständen [m]

| Punkte          | Nachführung |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |      | Sum   |
|-----------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|------|-------|
|                 | 0           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  | 13   |       |
| <b>1. Kart.</b> | 0           | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10  | 11  | 12  | 13   |       |
| <b>nk*</b>      | 3218        | 1690 | 2308 | 916  | 5111 | 1381 | 825  | 707  | 565  | 0   | 156 | 123 | 90  | 8891 | 25981 |
| <b>0</b>        | 1783        | 1340 | 150  | 828  | 560  | 244  | 96   | 0    | 110  | 0   | 5   | 0   | 0   | 0    | 5116  |
| <b>1</b>        | 1864        | 1265 | 700  | 1559 | 330  | 736  | 310  | 126  | 155  | 0   | 0   | 105 | 0   | 90   | 7240  |
| <b>2</b>        | 1251        | 331  | 1325 | 1569 | 695  | 560  | 320  | 219  | 230  | 35  | 40  | 100 | 90  | 150  | 6915  |
| <b>3</b>        | 125         | 356  | 746  | 1061 | 2078 | 584  | 330  | 183  | 0    | 60  | 130 | 0   | 330 | 21   | 6004  |
| <b>4</b>        | 536         | 140  | 510  | 594  | 1244 | 930  | 320  | 395  | 265  | 205 | 25  | 0   | 75  | 2    | 5241  |
| <b>5</b>        | 530         | 656  | 1127 | 482  | 908  | 2679 | 447  | 417  | 460  | 0   | 25  | 0   | 0   | 16   | 7747  |
| <b>6</b>        | 50          | 0    | 697  | 280  | 1129 | 880  | 464  | 1164 | 1376 | 223 | 125 | 0   | 0   | 11   | 6399  |
| <b>7</b>        | 0           | 195  | 280  | 490  | 1068 | 1210 | 1168 | 2323 | 1463 | 433 | 155 | 115 | 0   | 68   | 8968  |

| Punkte | Nachführung |      |       |       |       |       |      |      |       |      |      |      |      |       | Sum    |
|--------|-------------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|--------|
|        | 1. Kart.    | 0    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5    | 6    | 7     | 8    | 9    | 10   | 11   | 12    |        |
| 8      | 0           | 0    | 0     | 441   | 2733  | 624   | 1165 | 1712 | 2535  | 584  | 544  | 0    | 20   | 124   | 10482  |
| 9      | 35          | 352  | 130   | 496   | 1159  | 1591  | 418  | 674  | 1541  | 3312 | 434  | 140  | 0    | 65    | 10347  |
| 10     | 0           | 256  | 490   | 311   | 402   | 880   | 338  | 430  | 460   | 1269 | 863  | 335  | 0    | 89    | 6123   |
| 11     | 200         | 0    | 160   | 349   | 435   | 1150  | 110  | 5    | 742   | 241  | 275  | 45   | 140  | 25    | 3877   |
| 12     | 156         | 0    | 1226  | 1574  | 2660  | 525   | 100  | 434  | 382   | 358  | 250  | 80   | 237  | 170   | 8152   |
| 13     | 130         | 1311 | 593   | 3190  | 1609  | 2493  | 816  | 973  | 679   | 734  | 250  | 306  | 25   | 2705  | 15814  |
| Sum    | 9878        | 7892 | 10442 | 14140 | 22121 | 16467 | 7227 | 9762 | 10963 | 7454 | 3277 | 1349 | 1007 | 12427 | 134406 |

\* nk: Abschnitte, die bei der ersten Nachführung nicht kartiert wurden

Hellgrüne Felder weisen auf eine bessere Punktezahl der entsprechenden Streckenlänge anlässlich der zweiten Nachkartierung hin. Graue Felder zeigen den unveränderten und orange einen schlechteren Punktestand.

Von den 108.5 km im Rahmen der Nachführung wieder erfassten Streckenabschnitten weisen gut 60 km (55%) einen tieferen (besseren) Punktestand auf, 21.8 km (20%) denselben und 26.5 km (25%) einen schlechteren. Dass der Anteil unveränderter und schlechterer Resultate so hoch ist, hängt damit zusammen, dass bei der Nachführung nicht ausschliesslich Renaturierungsprojekte, sondern alle Typen von Wasserbauprojekten bearbeitet worden sind. Also auch Hochwasserschutzprojekte, Ausdolungen im Siedlungsraum usw. Bei vielen dieser Projekte mussten die Gerinne aufgrund von Gefälle und oder Sicherheit teilweise stark gesichert werden. Dies geht nicht ohne mehr oder weniger starke Verbauungen im und am Gerinne.

## 7.5 Uferbereiche

Während der Feldarbeiten fiel auf, dass die den Gewässern zugestandenen Uferbereiche oft ungenügend breit waren. Die Nachprüfung dieser Hypothese in der Datenbank bestätigte die Vermutungen. Tab. 4 zeigt die Beurteilung der Uferbereichsbreiten anlässlich der zweiten Nachkartierung.

Tab. 4 Beurteilung der Uferbereichsbreiten

| Entscheidungskriterien im Feld |        | Länge der Strecken [km] |                      |
|--------------------------------|--------|-------------------------|----------------------|
| Uferbereiche                   |        | Gemäss Methode Stufe F  | Gemäss Raumbedarf BE |
| nicht bewertet (0)             | links  | 12.43                   | 12.43                |
|                                | rechts | 12.43                   | 12.43                |
| genügend (1)                   | links  | 53.84                   | 43.24                |
|                                | rechts | 45.51                   | 38.77                |
| ungenügend (2)                 | links  | 67.70                   | 78.31                |
|                                | rechts | 75.98                   | 82.72                |
| kein (3)                       | links  | 0.44                    | 0.44                 |
|                                | rechts | 0.48                    | 0.48                 |

## 7.6 Abstürze und Bauwerke

Insgesamt wurden 250 Abstürze kartiert, gegenüber 261 bei der Erstkartierung. Die Zahl der Absturzsanierungen dürfte höher sein als die Differenz (11) der beiden Werte, weil sich die 261 Abstürze auch auf die rund 26 km erstmals kartierten Strecken beziehen.

Die Anzahl Bauwerke ist auch zurückgegangen, von 324 auf 308. Auch hier sind die Bauwerke der erstmals kartierten Abschnitte enthalten. Insgesamt wurden 80 Sohlrampen (davon 71 sehr rau und 9 glatt) und 12 Fischpässe erfasst.

## 7.7 Vergleiche zwischen der ersten und der zweiten Nachführung

Die Abbildungen 25 und 26 zeigen einen Vergleich der Klassenverteilungen zwischen den Erstkartierungen und den Nachkartierungen.

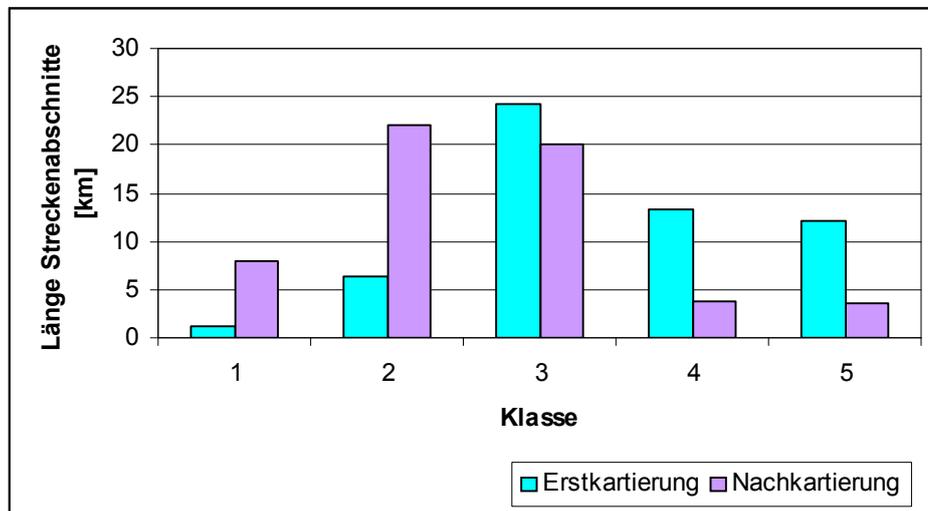


Abb. 25 Resultate erste Nachführung Ökomorphologie 2004

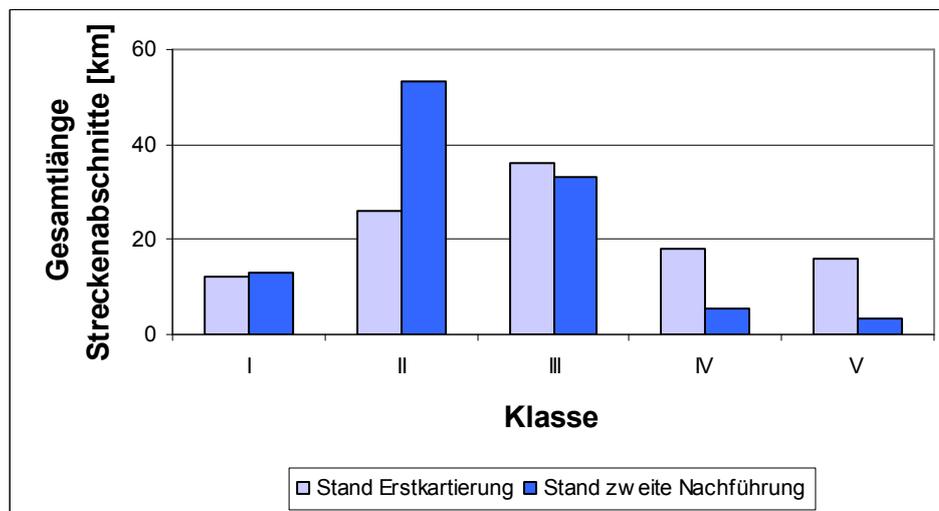


Abb. 26 Resultate zweite Nachführung Ökomorphologie 2010

Bei beiden Nachführungen ist eine Verschiebung der Bewertungen von den ökomorphologisch schlechteren Klassen hin zu den besseren Gewässerstrukturen festzustellen. Die Klassen III, IV und V weisen in beiden Nachführungen sehr ähnliche Muster auf. Auffallend ist der vergleichsweise starke Einbezug von Gewässerabschnitten der Klassen I und II in die zweite Nachführung. Es wird vermutet, dass nach den Hochwasserereignissen in den Jahren 2005 und 2007 auch viele Strecken entlang von natürlich und naturnah fließenden Bächen wieder instand gestellt und gesichert werden mussten und so in der zweiten Nachführung erfasst worden sind.

Es kann erfreulicherweise festgestellt werden, dass die Nachführungen der Ökomorphologie im Kanton Bern zeigen, dass die realisierten Wasserbauprojekte insgesamt zu einer deutlichen Verbesserung der Gewässerstruktur führen. Es sind ja nicht nur Ausdolungen und Renaturierungen neu erfasst worden, sondern auch Hochwasserschutzprojekte usw.

Tab. 5 zeigt einen Vergleich der beiden Nachführungen bezüglich den Punkteverschiebungen in den einzelnen Bachabschnitten. Die Tendenzen sind in beiden Nachführungen ähnlich: Deutlich über die Hälfte der Strecken weisen bei der Nachführung einen tieferen (und damit besseren) Punktstand auf als bei der Erstkartierung. Rund ein Fünftel bis ein Viertel weisen eine höhere Punktzahl auf, sind demnach in der Nachführung schlechter bewertet worden.

|                    | <b>1. Nachführung</b> | <b>2. Nachführung</b> |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Punktstand         |                       |                       |
| <b>Tiefer</b>      | 62%                   | 55%                   |
| <b>Unverändert</b> | 20%                   | 20%                   |
| <b>Höher</b>       | 18%                   | 25%                   |

Tab. 5 Punkteverschiebungen zwischen Erstkartierung und Nachführungen

Als Unterschiede zwischen den beiden Nachführungen fallen der sinkende Anteil an verbesserten und der steigende Anteil an verschlechterten Abschnitten auf. Es wird auch hier vermutet, dass die Auswirkungen der Hochwasser 2005 und 2007 die Resultate beeinflussen. In der zweiten Nachführung wurden deutlich mehr Abschnitte der Klassen I und II beurteilt als in der ersten. Wasserbauprojekte in natürlichen/naturnahen und leicht beeinträchtigten Abschnitten führen fast zwangsweise zu einer stärkeren Verbauung und damit zu einem schlechteren Resultat.

Im Rahmen der ersten Nachführung Ökomorphologie wurden 2004 57.5 km Fließgewässer kartiert. Die zweite Nachführung 2010 umfasste 108.5 km. Zusätzlich wurden rund 26 km erstmals erfasst. Die mittlere Kartierstrecke der beiden Nachführungen kann nur bedingt verglichen werden. In der ersten Nachführung sind pro Tag rund 4.4 km kartiert worden, bei der zweiten Nachführung rund 2.9 km. Im Rahmen der zweiten Nachführung sind zusätzlich auch Gerinneverläufe kar-

tiert worden. Zudem sind die Daten direkt in Datenbanken eingegeben worden, was den Zeitaufwand im Feld erhöht hat. Demgegenüber wurde der Aufwand für Arbeiten der Feldvor- und Nachbereitung (Feldkartenproduktion, Datenübertragung in Datenbank usw.) deutlich vermindert.

## 8 Renaturierung Kander im Augand, Anpassung GN5 und Nachführung Ökomorphologie

Die Kander floss vor der während der Wintermonate der Jahre 2004 – 2006 ausgeführten Renaturierung unterhalb des Zusammenflusses mit der Simme in einem stark mit Bühnen verbauten Gerinne. Auentypischen Lebensräume waren weitgehend verschwunden und die bestehenden Sperrerbauten waren durch die tiefe Sohlenlage gefährdet.



Abb. 27 Naturnahe Renaturierungsstrecke im Augand

Das Renaturierungsprojekt hatte zum Ziel, die Sohle der Kander zu stabilisieren, die flussaufwärts liegenden Bauwerke zu sichern und auentypische, dynamische Lebensräume im Augand zu fördern.

Wie der Vergleich zwischen der Ersterhebung 2001 und der Nachführung 2010 zeigt (s. Abbildungen unten), hat sich seit der Realisierung der Renaturierung einerseits die Geometrie des Flussverlaufes signifikant verändert, andererseits aber auch die morphologische Strukturvielfalt. So sind heute eine abwechslungsreiche Sohlenstruktur, eine grosse Variabilität der Sohlenbreite und der Gewässertiefe, ein verzweigtes Gerinne mit Hinterwasserbildung sowie eine auentypische Ufervegetation zu beobachten.

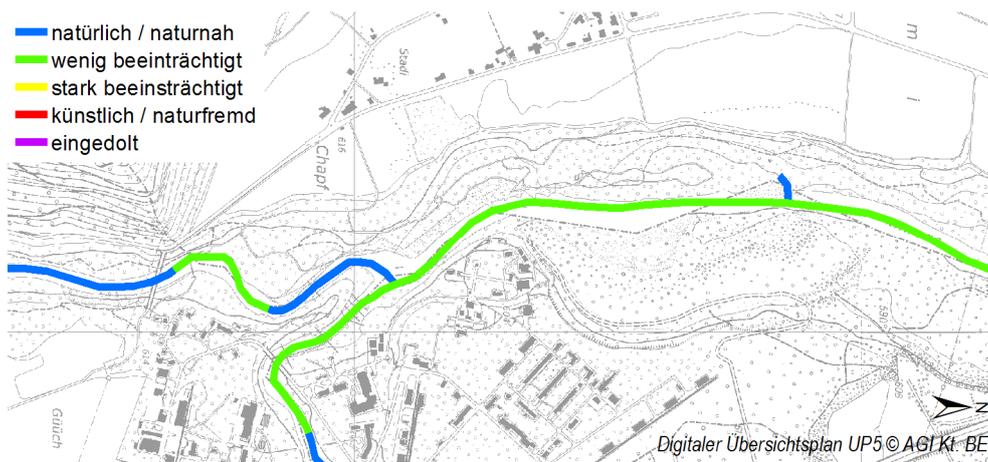


Abb. 28 Resultate Erstkartierung Ökomorphologie Kander, Bereich Augand

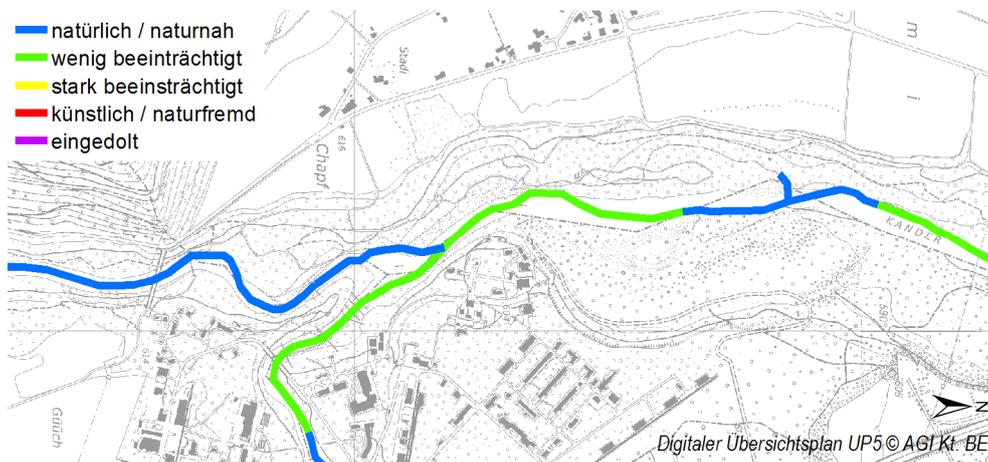


Abb. 29 Resultate Nachkartierung Ökomorphologie Kander, Bereich Augand

Dadurch, dass im Bereich der Aufweitung die Ufer und die letzten verbliebenen Buhnen durch Seitenerosion und Gerinneverlagerung wegerodiert sind, weist das Gewässer heute streckenweise eine naturnahe Struktur auf. Flussaufwärts gegen die Einmündung der Simme verhindert der überwiegende Blockverbau des Ufers eine Heraufstufung von 'wenig beeinträchtigt' zu 'naturnah'. Auch die Mündung der Simme wurde im Rahmen der GN5-Aktualisierung neu aufgenommen. Der in der Nachführung neu als natürlich / naturnah bewertete Abschnitt weist zwar weiterhin Relikte von Verbauungen auf. Sie sind aber aufgrund ihres aktuellen Zustands und der Hinterspülung nicht mehr als Verbauungen im eigentlichen Sinn bewertet worden.

## 9 Empfehlungen

Die Umsetzung der parlamentarischen Initiative „Schutz und Nutzung der Gewässer“ wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten zu einem grossen Anstieg von Revitalisierungsprojekten führen. Parallel dazu werden in der kommenden Zeit auch Planungen betreffend Schwall-Sunk, Geschiebetrieb und Sanierung der Fischdurchgängigkeit in Angriff genommen. Für die Revitalisierungsplanung sind aktuelle Ökomorphologiedaten als eine wichtige Grundlage zur Bestimmung des Aufwertungspotenzials vorgesehen. Zudem werden sie als Indikator für die Erfolgskontrolle eingesetzt.

Im Kanton Bern sind die Ökomorphologiedaten bisher zweimal aktualisiert worden. Das Prinzip der projektbezogenen Nachführung wird als effizient und zielführend beurteilt. In Zusammenarbeit mit OIKs und Fischereiaufsehern werden periodisch alle Wasserbauprojekte mit Auswirkungen auf die Gewässerstruktur erfasst und anschliessend im Feld beurteilt. In der zweiten Nachführung konnten zudem Veränderungen von Gerinneverläufen kartiert werden und so das GN5 aktualisiert werden.

Der Einsatz eines Feld-Laptops hat sich sehr bewährt. Einerseits wurden die erhobenen Daten direkt in Datenbanken eingegeben werden, womit Übertragungsfehler vermieden werden konnten. Andererseits konnten die direkt ausgewerteten Daten vor Ort einer ersten Plausibilisierung unterzogen werden. Das GIS erlaubte das einfache Ein- und Ausblenden verschiedener als Hintergrundinformationen einsetzbarer Daten, was zu einer Erhöhung der Datenqualität geführt hat.

Im Zusammenhang mit den Änderungen von GSchG und GSchV werden in Zukunft vermehrt Bundesmittel für die Revitalisierung von Fliessgewässern zur Verfügung stehen. Für die kommenden Revitalisierungsplanungen sind die Ökomorphologiedaten eine sehr wichtige Datengrundlage zur Bestimmung des Aufwertungspotenzials und später für die Wirkungskontrollen. Damit erhalten die Ökomorphologiedaten noch einmal eine grössere Bedeutung. Es wird deshalb empfohlen, in 5-6 Jahren eine weitere Aktualisierung der Ökomorphologie des Kantons Bern durchzuführen.

**Anhang 1:  
Erläuterung der Attribute des Shapefiles OEKOMORF\_OEM**

| Feldname  | Beschreibung  | Typ   | Bereich     | Erläuterung   |
|-----------|---|-------|-------------|---|
| *BachNr   | Gewässernummer GN5 (CODEBE)                           | Zahl  |             |   |
| *AbschNr  | Abschnittsnummer                                      | Zahl  | Fortlaufend |   |
| Datum     | Erhebungsdatum  | Datum |             |   |
| Von       | Abschnittsbeginn                                      | Zahl  | (m)         |   |
| Bis       | Abschnittsende  | Zahl  | (m)         |   |
| GSBreite  | Breite der Gewässersohle                              | Zahl  | (m)         |   |
| Eindol    | Eingedolt   | Zahl  | 0 / 1       | 0=Nein 1=Ja   |
| vnatAbst  | Viele natürliche Abstürze                             | Zahl  | 0 / 1       | 0=Nein 1=Ja   |
| BVar      | Variabilität der Breite                               | Zahl  | 1 - 3       | 1 = ausgeprägt<br>2 = eingeschränkt<br>3 = keine  |
| TVar      | Variabilität der Tiefe                                | Zahl  | 1 - 3       | 1 = ausgeprägt<br>2 = eingeschränkt<br>3 = keine  |
| SohlVer   | Sohlenverbauung Grad                                  | Zahl  | 1 - 6       | 1 = keine<br>2 = vereinzelt (<10%)<br>3 = mässig (10-30%)<br>4 = stark (30-60%)<br>5 = überwiegend (>60%)<br>6 = vollständig                                |
| SohlMat   | Sohlenverbauung Material                              | Zahl  | 1 - 5       | 1 = Steinschüttung,<br>Blockwurf<br>2 = Holz<br>3 = Betongittersteine<br>4 = undurchlässig<br>5 = andere (dicht)  |
| LBukVer   | Verbauung linke Böschungunterkante                    | Zahl  | 1 - 6       | 1 = keine<br>2 = vereinzelt (<10%)<br>3 = mässig (10-30%)<br>4 = stark (30-60%)<br>5 = überwiegend (>60%)<br>6 = vollständig                                |
| RBukVer   | Verbauung rechte Böschungunterkante                   | Zahl  | 1 - 6       | 1 = keine<br>2 = vereinzelt (<10%)<br>3 = mässig (10-30%)<br>4 = stark (30-60%)<br>5 = überwiegend (>60%)<br>6 = vollständig                                |
| LBukMat   | Material linke Böschungunterkante                     | Zahl  | 1 - 7       | 1 = Lebendverbau<br>2 = Natursteine locker<br>3 = Holz (durchlässig)<br>4 = Betongittersteine<br>5 = Natursteine (dicht)<br>6 = Mauer<br>7 = andere (dicht) |
| RBukMat   | Material rechte Böschungunterkante                    | Zahl  | 1 - 7       | 1 = Lebendverbau<br>2 = Natursteine locker<br>3 = Holz (durchlässig)<br>4 = Betongittersteine<br>5 = Natursteine (dicht)<br>6 = Mauer<br>7 = andere (dicht) |
| LUfBeBre  | Breite Uferbereich links                              | Zahl  | (m)         |   |
| LUferBer  | Klassierung Uferbereichsbreite links (nach BWG)       | Zahl  | 0 - 3       | 0 = nicht bestimmt<br>1 = genügend<br>2 = ungenügend<br>3 = kein  |
| RUfBeBre  | Breite Uferbereich rechts                             | Zahl  | (m)         |   |
| RUferBer  | Klassierung Uferbereichsbreite rechts (nach BWG)      | Zahl  | 0 - 3       | 0 = nicht bestimmt<br>1 = genügend<br>2 = ungenügend<br>3 = kein  |
| LUferKtBE | Klassierung Uferbereichsbreite links (nach Kt. Bern)  | Zahl  | 0 - 3       | 0 = nicht bestimmt<br>1 = genügend<br>2 = ungenügend<br>3 = kein  |
| RUferKtBE | Klassierung Uferbereichsbreite rechts (nach Kt. Bern) | Zahl  | 0 - 3       | 0 = nicht bestimmt<br>1 = genügend<br>2 = ungenügend<br>3 = kein  |
| LUfBeBew  | Bewuchs linker Uferbereich                            | Zahl  | 1 - 3       | 1 = gewässergerecht<br>2 = gewässerfremd<br>3 = künstlich   |
| RUfBeBew  | Bewuchs rechter Uferbereich                           | Zahl  | 1 - 3       | 1 = gewässergerecht<br>2 = gewässerfremd<br>3 = künstlich   |
| BewAlgen  | Algenbewuchs  | Zahl  | 1 - 3       | 1 = kein / gering<br>2 = mässig / stark<br>3 = übermässig / wuchernd  |
| BewMakro  | Makrophytenbewuchs                                    | Zahl  | 1 - 3       | 1 = kein / gering<br>2 = mässig / stark<br>3 = übermässig / wuchernd  |
| Totholz   | Totholz   | Zahl  | 1 - 3       | 1 = Ansammlungen<br>2 = zerstreut<br>3 = kein / vereinzelt  |
| Bemerk    | Bemerkungen zum Abschnitt                             | Text  |             |   |
| KlasseZH  | Klassierung   | Zahl  | 1 - 5       | 1 = natürlich / naturnah<br>2 = wenig beeinträchtigt<br>3 = stark beeinträchtigt<br>4 = naturfremd / künstlich<br>5 = eingedolt                             |

| Feldname  | Beschreibung                             | Typ  | Bereich | Erläuterung   |
|-----------|--|------|---------|---|
| PunkteZH  | Gesamtpunktzahl                          | Zahl | 0 - 13  | 0 und 1 = Klasse 1<br>2 bis 5 = Klasse 2<br>6 bis 9 = Klasse 3<br>10 bis 12 = Klasse 4<br>13 = Klasse 5 |
| EZGNr     | Einzugsgebietsnummer                     | Zahl |         |   |
| EZGName   | Einzugsgebietsname                       | Text |         |   |
| NRaum     | Angabe des Naturraums                    | Text |         | J = Jura<br>M = Mittelland<br>V = Voralpen<br>A = Alpen   |
| GewOrd    | Gewässerordnung                          | Zahl |         |   |
| GISGewOrd | Gewässerordnung für GIS                  | Zahl |         | Kombination aus GewOrd und Klasse<br>z.B. 13 = GewOrd 1, Klasse 3                                       |
| Jahr_GIS  | Jahreszahl für GIS                       | Zahl |         |   |
| Projekt   | interne Projektnummer bei Nachkartierung | Zahl |         | nicht in Originaldatensatz enthalten  |

### Erläuterung der Attribute des Shapefiles OEKOMORF\_ABST

| Feldname | Beschreibung                | Typ   | Bereich     | Erläuterung  |
|----------|-----------------------------|-------|-------------|--|
| *BachNr  | Gewässernummer GN5 (CODEBE) | Zahl  |             |  |
| *AbschNr | Abschnittsnummer            | Zahl  | Fortlaufend |  |
| AbstNr   | Absturznummer               | Zahl  |             |  |
| Datum    | Erhebungsdatum              | Datum |             |  |
| Position | Absturzposition             | Zahl  | (m)         |  |
| AbstTyp  | Absturztyp                  | Zahl  | 0 - 2       | 0 = unbekannt<br>1 = natürlich<br>2 = künstlich  |
| AbstMat  | Absturzmaterial             | Zahl  | 0 - 4       | 0 = natürlich / kein<br>1 = Holz<br>2 = Fels / Steinblöcke<br>3 = Beton / Steinpflasterung<br>4 = andere / unbekannt |
| AbstHoeh | Absturzhöhe                 | Zahl  | (cm)        |  |
| Bemerk   | Bemerkungen zum Bauwerk     | Text  |             |  |
| Jahr_GIS | Jahreszahl für GIS          | Zahl  |             |  |

### Erläuterung der Attribute des Shapefiles OEKOMORF\_BAUW

| Feldname | Beschreibung                | Typ   | Bereich     | Erläuterung   |
|----------|-----------------------------|-------|-------------|---|
| *BachNr  | Gewässernummer GN5 (CODEBE) | Zahl  |             |   |
| *AbschNr | Abschnittsnummer            | Zahl  | Fortlaufend |   |
| BauwNr   | Bauwerksnummer              | Zahl  |             |   |
| Datum    | Erhebungsdatum              | Datum |             |   |
| Position | Bauwerkposition             | Zahl  | (m)         |   |
| BauwTyp  | Bauwerktyp                  | Zahl  | 0 - 13      | 0 = unbekannt<br>1 = Sohlrampe sehr rau<br>2 = Sohlrampe glatt<br>3 = Stauwehr<br>4 = Streichwehr<br>5 = Tirolerwehr<br>6 = Talsperre<br>7 = Fischpass<br>8 = Geschieberückhalt-sperre<br>9 = Schleuse<br>10 = Durchlass<br>11 = Brücke<br>12 = Seitenentnahme ohne Wehr<br>13 = Furt |
| BauwHoeh | Bauwerkhöhe                 | Zahl  | (cm)        |   |
| Bemerk   | Bemerkungen zum Bauwerk     | Text  |             |   |
| Jahr_GIS | Jahreszahl für GIS          | Zahl  |             |   |