

## BEILAGE 12

# 1 STELLUNGNAHME (WASSERBAUTECHNISCH / WASSERWIRTSCHAFTLICH) ZU GESCHIEBEHAUSHALT / SOHLENTWICKLUNG STROMAB DES KRAFTWERKES FREUDENAU (DI KLASZ FÜR DEN NATIONALPARK DONAU-AUEN)

### 1.1 ZUSAMMENFASSUNG

**MIT DER ARBEITSGRUPPE** „Sohlentwicklung in der freien Fließstrecke unterstrom KW Freudenu“ und der Möglichkeit der Behörde, geeignete Festlegungen zur Sohlstabilität im Rahmen des §21a WRG (Abänderung von Bewilligungen) zu ergreifen, besteht endlich eine ernsthafte Chance, das seit Jahrzehnten ungelöste Problem der Sohlerosion östlich von Wien, das für den Nationalpark in seiner Auencharakteristik bestandsgefährdend ist, nachhaltig zu lösen.

In einzelnen Fragen konnte bereits im Vorfeld bzw. in der 1. Sitzung weitgehend Konsens erzielt werden; damit ist im Besonderen die Erhöhung der Zugabemengen wegen der bisher zu schmal definierten Referenzsohle, wodurch seitliche, randnahe Sohlerosionen unberücksichtigt blieben, gemeint.

Daneben gibt es auch einige andere und im Interesse und aus Sicht des Nationalparks wesentliche Aspekte, die im Folgenden detaillierter diskutiert werden, zu denen aber noch kein gemeinsames Verständnis besteht. Das betrifft vor allem die zu fordernde Ausweitung der Geschiebezugaben unter Berücksichtigung der auf die Sohlstabilität nachteiligen Wirkungen der Donaukraftwerke stromauf von Wien. In diesen Stauräumen wird ebenfalls Geschiebe zurück gehalten bzw. der Geschiebeaustag unterbunden, genauso wie im Stauraum Freudenu, auf diese Stauräume und in erster Linie auf den Stauraum Greifenstein ist mithin die gleiche Logik und sind die gleichen Grundsätze anzuwenden wie auf das Kraftwerk Freudenu.

Aus Sicht des Nationalparks und auf Basis wasserwirtschaftlicher und wasserbautechnischer Überlegungen sind im Zusammenhang mit der Sohlentwicklung stromab des Kraftwerkes Freudenu die folgenden Anforderungen zu berücksichtigen:

- Erhöhung der Zugabemengen wegen der bisher zu schmal definierten Referenzsohle (von durchschnittlich rd. 190'000 m<sup>3</sup>/a auf etwa 220'000 m<sup>3</sup>/a, ggf. etwas höher), vgl. Pkt. 3.1;
- geeignete Neudefinition der Erfolgskontrolle (Referenzsohle) zur UW-Sicherung in der VHP-Erhaltungsstrecke derart, dass in Zukunft auch die randnahen Zonen und die dort ablaufenden Sohlerosionen berücksichtigt werden; vgl. Pkt. 3.4;
- rückwirkende Kompensation der randnahen und durch die zu schmale Referenzsohle bisher vernachlässigte Sohlerosion; vgl. Pkt. 3.5;
- Berücksichtigung der charakteristischen Wasserspiegel (RNW, MW) mit ihren zeitlichen Veränderungen als sekundäres Kriterium (neben der Sohlhöhen) zur Erfolgskontrolle der VHP-Geschiebezugabe bzw. UW-Sicherung; vgl. Pkt. 3.2;

- Berücksichtigung der Probleme des unteren Randes der VHP-Erhaltungstrecke (Diskontinuität zwischen einer im Idealfall stabilen Sohle stromauf und einer seit Jahrzehnten erodierenden Sohle stromab) und der dort bereits teilweise in miozäne Feinklastika reichenden Kolke, auch als „Gefahrenkolke“ bezeichnet (Gefahr eines Sohldurchschlages); vgl. Pkt. 3.3; Intensivierung (bzw. Neudefinition) einer Beweissicherung zur Kornverteilung des Zugabematerials (aus allen Quellen) und Klärung der Kies-Materialbeschaffung zumindest über einen mittelfristigen Zeitraum; vgl. Pkt. 5;
- Erhöhung der Zugabemengen unter Berücksichtigung der geschieberückhaltenden Wirkung der Stauräume stromauf von Wien, und hier in erster Linie des Kraftwerkes Greifenstein (zumindest auf insgesamt und durchschnittlich 299'000 m<sup>3</sup>/a; unter zusätzlicher Berücksichtigung des Geschiebehaushaltes der VHP-Erhaltungstrecke zumindest auf durchschnittlich 322'000 m<sup>3</sup>/a); vgl. Pkt. 6.

Speziell die Ermittlung der zusätzlich erforderlichen Zugabemengen unter Berücksichtigung der geschieberückhaltenden Wirkung des Kraftwerkes Greifenstein wird in dieser Stellungnahme detailliert, sowohl bezüglich aller Rechenannahmen als auch numerisch, vorgelegt, und es wird gezeigt, dass diese Abschätzung in voller Übereinstimmung mit den Grundsätzen, nach denen die Wasserrechtsbehörde 1991 bei der Genehmigung des Kraftwerkes Freudenua vorgegangen ist, steht.

## 2 ALLGEMEINES

**AUFTRAGGEBER** dieser Bearbeitung / Stellungnahme ist die Nationalpark Donau-Auen GmbH.

### 2.1 ZUR PROBLEMSTELLUNG UND AUSGANGSLAGE

Die laufende Erosion der Donausohle und die damit verbundenen Wasserspiegelabsenkungen berühren zentrale Interessen des Nationalparks Donau-Auen. Es werden dadurch beispielsweise die Flurabstände vergrößert, die Häufigkeit der Überströmung des Vorlandes verringert, die Häufigkeiten der Ein- und Durchströmung und die hydromorphologische Dynamik in den Seitenarmen reduziert, mittelfristig ist mit der Verbuschung und Verlandung der meisten Alt- und Seitenarme zu rechnen. Diese Entwicklung hat bereits längst eingesetzt (deutlich sichtbar z.B. im Orther Seitenarmsystem, „Große und Kleine Binn“) und muss, wenn keine geeigneten Gegenmaßnahmen gesetzt werden, langfristig zum **Verlust der Auen-Charakteristik** führen.

Es werden im Übrigen auch andere Interessen (Fischerei, Forstwirtschaft, Grundwassernutzungen) nachteilig betroffen. In einer langfristigen Perspektive ist nach wie vor das Risiko eines **Sohldurchschlages** relevant, speziell im mittleren Teil der Strecke (Strom-km 1910 bis etwa 1905). Insgesamt und aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind **öffentliche Interessen** (iSd §105 WRG) gefährdet.

Spätestens nach dem rätselhaften Scheitern des „Flussbaulichen Gesamtprojektes“ ist mithin das Eingreifen der zuständigen Wasserrechtsbehörde unerlässlich. Die zahlreichen mit Vorbereitung und Planung zum FGP gewonnenen Erkenntnisse können dafür genauso genutzt werden wie auch die Erfahrungen aus den laufenden Instandhaltungsmaßnahmen (VHP-Geschiebezugaben und Instandhaltungsbaggerungen der via donau).

Für den Nationalpark Donau-Auen bieten diese Arbeitsgruppe und allfällige daraus resultierende wasserrechtliche Festlegungen die Chancen zur Verbesserung oder im Idealfall sogar zur Lösung des seit Jahrzehnten bestehenden Problems der Sohlerosion. Erstmals seit dem Scheitern des Flussbaulichen

Gesamtprojektes besteht wieder die Möglichkeit der verwaltungsrechtlich verbindlichen Absicherung einer funktionsfähigen und ökologisch gut verträglichen Sohlstabilisierung.

*... & a floh & a fliang  
& de de san so schwa zum kriang ...  
(Attwenger, M. Binder, H.P. Falkner, 1992, pflug)*

### 3 ZUR ANPASSUNG UND OPTIMIERUNG DER BISHERIGEN GESCHIEBEZUGABEN

Die grundsätzliche Konzeption und Wirksamkeit der im Rahmen der UW-Sicherung zum Kraftwerk Freudenau wasserrechtlich festgelegten Maßnahmen zur UW-Sicherung steht außer Zweifel. Dem Grunde nach hat sich dieses Konzept bewährt und es wurde damit bereits vor über zwanzig Jahren der Kern einer Geschiebemanagement für die Donau östlich von Wien gelegt.

Allerdings geben die Erfahrungen der ersten zwanzig Jahre Anlass zur Anpassung bzw. Optimierung dieser Maßnahmen; dies ist Gegenstand dieses zweiten Kapitels. Die darüber hinausgehende Forderung einer grundsätzlichen Ausweitung der VHP-Geschiebezugaben unter Berücksichtigung der Donau-Kraftwerke stromauf von Wien wird getrennt davon, unter Pkt. 6 begründet und konkretisiert.

#### 3.1 SOHLEROSIONEN UND GESCHIEBEDEFIZIT IN DER VHP- ERHALTUNGSSTRECKE

Im Sinn des wasserrechtlichen Genehmigungsbescheides zum Kraftwerk Freudenau ist die Erhaltungsstrecke (Strom-km 1921 bis 1910; bisher mit zwei räumlichen Lücken bei der Schwechatmündung und der Furt Kuhstand) absolut stabil zu halten.

Allerdings haben Auswertungen zur Entwicklung des Sohl-Geschiebespeichers bereits vor einigen Jahren gezeigt (Klasz et al. 2013; damals noch im Vergleich zwischen den Referenzwasserständen 1996 und 2011)<sup>1</sup> und zeigt auch eine aktuelle Studie, die in der „Österreichischen Wasserwirtschaft“ veröffentlicht wurde (Klasz et al. 2016; Vergleich zwischen den Referenzwasserständen 1996 und 2015)<sup>2</sup>, dass auch der gesamte untere Teil dieser Erhaltungsstrecke eine erkennbar negative Geschiebebilanz hat, vgl. auch Abb. 1.

---

<sup>1</sup> Klasz, G., Reckendorfer, W., Baumgartner, C., Gabriel, H., & Gutknecht, D. (2013). River-bed degradation and overbank deposition: A human induced geomorphic disequilibrium in the Donau-Auen National Park. In 5th Symposium for Research in Protected Areas (10 to 12 June, Mittersill) pp. 379-384

<sup>2</sup> Klasz, G.; Gabriel, H.; Habersack, H.; Schmalfuß, R.; Baumgartner, C.; Gutknecht, D., 2016, Ausmaß und Dynamik der Sohlerosion der Donau östlich von Wien – flussmorphologische und wasserwirtschaftliche Aspekte. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. 68. Jg., Nr. 5-6, S. 199-207.

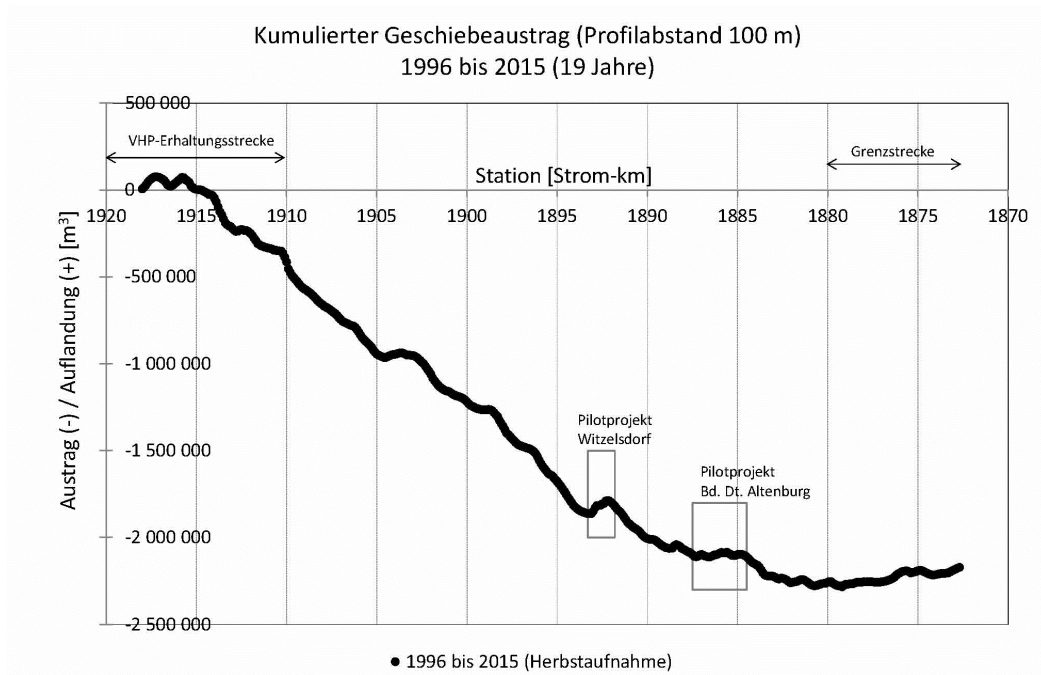


Abb. 1: kumulierter Geschiebeaustrag für die Donau östlich von Wien, Zeitraum 1996 bis 2015; Rohdaten (Querprofile): via donau; Graphik veröffentlicht in Klasz et al. (2016)

Das im Geschiebespeicher hier aktuell sichtbare Defizit liegt in der Größenordnung von rd. 400'000 m<sup>3</sup> (aufsummiert über die Untersuchungsperiode 1996 bis 2015 und über die Erhaltungsstrecke bis Strom-km 1910), vgl. Abb. 1, mithin bei knapp über 20'000 m<sup>3</sup>/a.

Unabhängig von diesen Befunden erbrachten auch aktuelle Auswertungen der via donau ähnliche Ergebnisse, tendenziell sogar mit höheren Fehlbeiträgen (ca. 39'000 m<sup>3</sup>/a Geschiebedefizit; BMLFUW (2017)<sup>3</sup>, Pkt. 3.1 – Textbeitrag der via donau).

In der bisherigen Diskussion (auch mit dem zuständigen Bearbeiter bei der VHP, Hr. Dr. Schmalfluss) wurde rasch klar, dass die Ursachen für die Diskrepanz zwischen diesen Befunden und den im Rahmen der wasserrechtlich vorgesehenen Beweissicherung ermittelten Daten primär an **unterschiedlichen Aufnahmebreiten** liegen, untergeordnet auch an der Berücksichtigung oder eben Nichtberücksichtigung der beiden bisher wasserrechtlich definierten Lücken in der Erhaltungspflicht (Bereiche Schwechatmündung und Furt Kuhstand).

Im Zuge der 1. Sitzung der Arbeitsgruppe „Sohlentwicklung in der freien Fließstrecke unterstrom KW Freudenu“ (BMLFUW, 2017) wurde diesbezüglich das einvernehmliche Verständnis erzielt, dass die VHP-Zugabemengen künftig bereits aus diesem Grund zu erhöhen sein werden. Der wasserbautechnische Amtssachverständige (Dipl.-Ing. Flicker) gibt dafür eine Erhöhung der Zugabemenge im Ausmaß von ca. 20'000 bis 30'000 m<sup>3</sup>/a an (BMLFUW 2017, Pkt. 2.1). Diesem Befund schließen wir uns – unter besonderer Berücksichtigung der bereits bisher durchgeführten und zuvor genannten Untersuchungen – an, wobei wir auf die Bedeutung **einer möglichst großen Aufnahmebreite** für die Zukunft hinweisen, es müssen jedenfalls die Randbereiche der Sohle (mit den alternierenden Kiesbänken) erfasst werden. Bei hinreichenden Aufnahmebreiten wird der Betrag für die zusätzliche Zugabemengen nach derzeitigem Kenntnisstand eher an der oberen Grenze (bei ca. 30'000 m<sup>3</sup>/a) als an der unteren Grenze liegen,

<sup>3</sup> Mit „BMLFUW (2017)“ wird im Folgenden das „Resümeeprotokoll der 1. Sitzung der Arbeitsgruppe „Sohlentwicklung in der freien Fließstrecke unterstrom KW Freudenu“ (01.03.2017), erstellt im Wirkungsbereich des BMLFUW, bezeichnet.

möglicherweise auch knapp darüber. In dieser Frage sind heute aber keine weiter führenden Diskussionen erforderlich, das Ausmaß wird letztlich durch die Natur und im Zuge der zukünftigen Beweissicherung geklärt werden.

Wesentlich wichtiger ist diesbezüglich die Festlegung klarer und sachlich zweckmäßiger Grundsätze für diese zukünftige Beweissicherung zur UW-Sicherung, sh. Pkt. 3.4.

### 3.2 WASSERSPIEGELABSENKUNGEN IN DER ERHALTUNGSSTRECKE

Mit den Sohlerosionen sind entsprechende Absenkungen niedriger und mittlerer Wasserstände (bezogen auf gegebene Stationen) bzw. Wasserspiegel (bezogen auf längere Strecken) verbunden. Abb. 2 zeigt die Differenzen zwischen den RNW und MW auf Basis der KWD(2010) und der KWD(1996).

Bei der Interpretation der RNW-Änderungen ist zu berücksichtigen, dass sich die zugeordneten Abflüsse (RNQ) zwischen 1996 (von 910 m<sup>3</sup>/s für Wien) und 2010 (auf 970 m<sup>3</sup>/s) deutlich erhöht haben, damit liegen die RNW(2010) grundsätzlich (also noch ohne morphologische oder hydraulische Effekte) um etwa 10 cm höher als die RNW(1996); die MQ-Abflüsse haben sich zwischen den KWD(1996) und den KWD(2010) nur minimal verändert (von 1915 m<sup>3</sup>/s auf 1910 m<sup>3</sup>/s)<sup>4</sup>. Unter Berücksichtigung dieser Zusatzinformationen kann festgestellt werden, dass die RNW-Änderungen in Abb. 2 und die MW-Änderungen mit Ausnahme einiger lokaler Besonderheiten gut zusammenpassen, vgl. auch Klasz et al. (2016).

Die zugehörigen MW-Differenzen liegen in der Erhaltungsstrecke zwischen 30 und 50 cm, im Mittel bei etwa 40 cm. Das ist – bezogen auf den relativ kurzen Zeitraum zwischen beiden Referenzzuständen – als sehr starke Wasserspiegelabsenkung zu bewerten. Aus wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht kann unter Berücksichtigung dieses Befundes jedenfalls nicht von einer zufriedenstellenden Wirksamkeit der UW-Sicherung gesprochen werden.

In Bezug auf laufende Prozesse können aus den Wasserspiegeldifferenzen wesentliche Schlüsse gezogen werden (vgl. im Detail auch Klasz et al., 2016):

- in der österreichisch-slowakischen Grenzstrecke und auch knapp stromauf davon zeigt sich eine mäßige Auflandungstendenz, dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den Erwartungen, dass es an der Stauwurzel (bzw. im oberen Teil des Stauraumes) des Kraftwerkes Gabčíkovo zwangsläufig zu Sohlhebungen kommen muss;
- ausgehend von etwa Hainburg bauen sich dann bergwärts gerichtet annähernd linear ansteigende Differenzen auf, das entspricht dem Grunde nach dem Bild einer Rotationserosion<sup>5</sup>;
- in der VHP-Erhaltungsstrecke (speziell bei Strom-km 1915) kommt es insgesamt zu den stärksten Wasserspiegelabsenkungen, die sich dann zum Kraftwerk Freudenau zu nicht (MW) bzw. nur teilweise (RNW) zurückbilden;

---

<sup>4</sup> Alle Angaben zu den Abflüssen für Wien (bzw. Korneuburg).

<sup>5</sup> Der untere „Fixpunkt“ wird hier nicht durch eine geologisch bedingte Randbedingung (Felssohle) bestimmt, sondern dadurch, dass der Geschiebetransport talwärts zu zunimmt und gerade dort das Geschiebetransportvermögen erreicht, gewissermaßen im Sinn einer Sättigung.

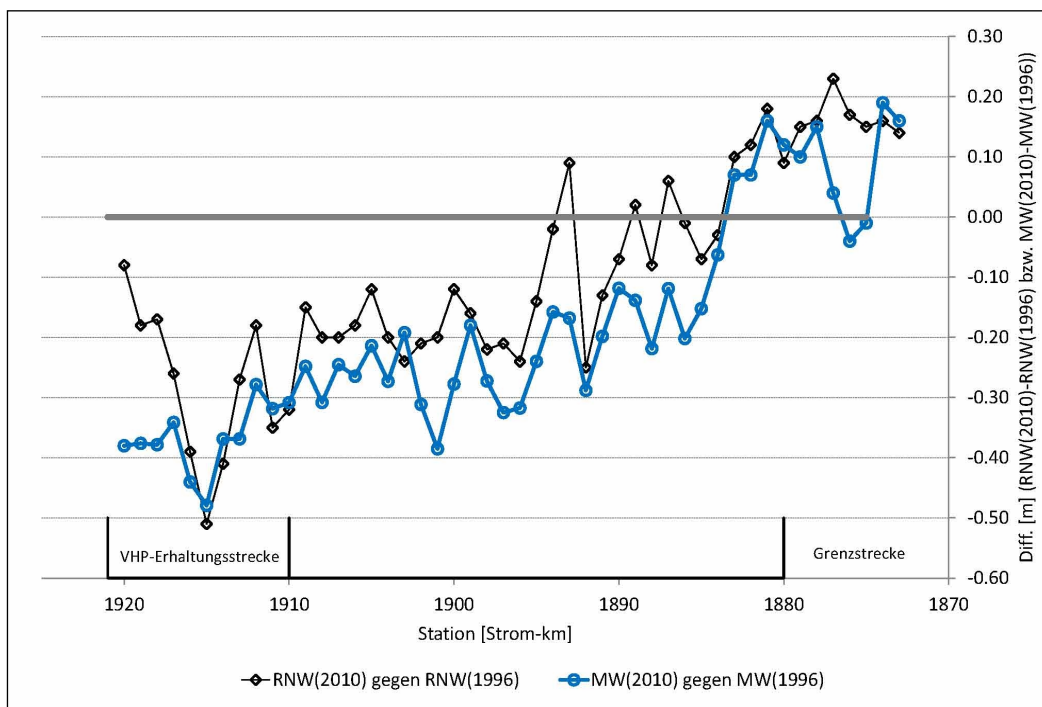


Abb. 2: Veränderungen der Referenzwasserstände RNW und MW, Zeitraum 1996 bis 2010; Datenquelle: KWD(1996) und KWD(2010)

Solche Untersuchungen zum zeitlichen Trend charakteristischer Wasserspiegel wurde und wird bisher für die Erfolgskontrolle zur UW-Sicherung seitens der Wasserrechtsbehörde keine besondere Bedeutung zugemessen, was wir aus wasserwirtschaftlich-ökologischer Sicht kritisieren. Wir vermuten, dass dies letztlich daran liegt, dass den Sachverständigen der Behörde natürlich bereits bei Genehmigung des Kraftwerkes Freudenua bewusst war, dass es in der VHP-Erhaltungsstrecke selbst bei einem perfekten Erfolg der Sohle stabilisierung zwangsläufig zu Wasserspiegelabsenkungen kommen muss (Beeinflussung der hydraulischen Verhältnisse im strömenden, unterkritischen Zustand aus dem Unterwasser), Wasserspiegel scheinen aus dieser Sicht ein wenig geeigneter Indikator zu sein.

Dem steht aber entgegen, dass für die meisten wasserwirtschaftlichen und ökologischen Fragen (u.a. auch für die GW-Nutzungen, die Bewirtschaftung von Brunnen, die Flurabstände und auch für die Verhältnisse in Alt- und Seitengewässern) definitiv nicht die (mittleren) Sohlhöhen relevant sind, sondern die (charakteristischen) Wasserstände bzw. Wasserspiegel. Aus dieser Sicht sind die Wasserspiegeländerungen von primärer Bedeutung und jedenfalls zu berücksichtigen.

- Die Frage der ökologischen Bedeutung von Wasserspiegelabsenkungen wurde bereits im Zuge einer schriftlichen Stellungnahme des Nationalparks Donau-Auen detailliert behandelt, vgl. auch Protokoll zur 1. Sitzung (Pkt. 4.1, Textbeitrag Nationalpark, BMLFUW, 2017).

Diese Forderung steht im Übrigen auch nicht in einem grundsätzlichen Widerspruch zum, sondern vielmehr in Übereinstimmung mit dem Grundsatzbescheid zum Kraftwerk Freudenua (Oberste Wasserrechtsbehörde, 1991), denn dort werden solche auf Wasserspiegeländerungen bezogenen Auswertungen sowohl in verschiedenen Auflagen<sup>6</sup> als auch in den Erörterungen des wasserbautechnischen Sachverständigen

<sup>6</sup> Auflage Nr. 33 (a): „Erhebung der Sohleintiefung bis Stauerrichtung in der gesamten freifließenden Donau vom Unterwasser Greifenstein bis zur Staatsgrenze auf zwei Arten: Direkt durch Sohlvermessung **und indirekt durch Messung und Vergleich der Niederwasserstände an möglichst vielen Pegelstellen**. [...]“ und Auflage Nr. 33 (f): „Kontrolle der Wirksamkeit der Geschiebezugabe in der Erhaltungsstrecke und die Festlegung

angesprochen und in die Überlegungen einbezogen. Erst später, also in der praktischen Umsetzung, scheint dieser Aspekt immer mehr in den Hintergrund getreten zu sein.

In Richtung der via donau ist eine Intensivierung der hydrographischen Beweissicherung zu fordern. Im Kern sollten jährlich RNW- und MW-nahe Wasserspiegelfixierungen über die gesamte Strecke (Freudenau bis Wolfsthal) durchgeführt, ausgewertet und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden; denn dies hat die stärkste Relevanz. Im Übrigen betreibt via donau ein relativ dichtes Netz an Pegelstellen (insgesamt über die Strecke 14 Pegel in den KWD aufgelistet), neben den hauptsächlich wichtigen Pegelstellen „Wildungsmauer“ und „Hainburg“ sind auch alle „fallweise beobachteten Lattenpegel“ und Schreiblegel von Bedeutung. Auf dieser Basis könnten (und sollten) die „Kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau“ (KWD) in regelmäßig und jedenfalls häufigeren Abständen aktualisiert werden.

In den letzten Jahren hat auch die Tendenz zugenommen, gerechneten Wasserspiegeln grundsätzlich Vorrang vor hydrographischen Beobachtungen bzw. Messungen (an Pegelstellen und, wie oben angesprochen, über Wasserspiegelfixierungen) einzuräumen. Das ist sowohl aus empirischer als auch aus fachlich-praktischer Sicht unbefriedigend, denn die rechnerisch ermittelten Wasserspiegel sind vollständig von der „richtigen“ Einschätzung der Rauigkeitsparameter abhängig, also von der Kalibrierung, und damit vollständig von den hydrographischen Beobachtungen und Messwerten. Wir halten daher die gerechneten Wasserspiegel dort für relevant, wo sie räumliche (oder abflussbedingte) Lücken zwischen den hydrographischen Beobachtungen überspannen, nicht aber grundsätzlich und generell und halten eine intensive hydrographische Beweissicherung, wie oben angesprochen, für die (zukünftige) Erfolgskontrolle für entscheidend. Die Verantwortung dafür liegt primär bei der via donau und sekundär, wenn solche Beobachtungen bzw. Messungen seitens via donau unterbleiben, beim Kraftwerksbetreiber, also der VHP.

### 3.3 DER UNTERE RAND DER ERHALTUNGSSTRECKE

Aus fachlicher Sicht ist auch die konzeptive und gedankliche Trennung zwischen VHP-Erhaltungsstrecke und der Strecke stromab (bei Strom-km 1910) eine Fiktion, die zumindest in der mittel- bis langfristigen Perspektive nicht sinnvoll durchzuhalten sein wird. Denn wenn die VHP-Erhaltungsstrecke tatsächlich vollständig stabil gehalten werden kann und andererseits die Strecke stromab davon weiterhin erodiert, dann muss es am Übergang zwischen beiden Abschnitten **sukzessive zu einer Versteilung** kommen, also – überspitzt formuliert – zur allmählichen Ausbildung eines Kataraktes.

Dieses Problem war den Sachverständigen der Behörde offensichtlich bereits bei Genehmigung des Kraftwerkes Freudenau bewusst, denn in den Erläuterungen zum Grundsatzbescheid findet man mehrfach den Hinweis, dass die Behörde zumindest in der mittelfristigen Perspektive von der Notwendigkeit einer Sohlstabilisierung stromab der VHP-Erhaltungsstrecke ausgegangen war<sup>7</sup>. Nun ist aber genau der Fall eingetreten, dass diese Stabilisierung auch nach über zwanzig Jahren noch immer nicht gelungen ist, und das Problem des unteren Randes wird Jahr für Jahr stärker relevant.

Die konkreten Probleme dieser Entwicklung sind:

---

von allfälligen zusätzlichen Dotierungen in der freien Fließstrecke durch Sohlaufnahmen und Wasserspiegelmessungen vom Kraftwerk bis zur Staatsgrenze auf Konsensdauer.“ (Grundsatzbescheid, Oberste Wasserrechtsbehörde, 1991; Hervorhebung durch Unterstreichung im Rahmen dieser Stellungnahme).

<sup>7</sup> Aus dem Grundsatzbescheid der Behörde zum Kraftwerk Freudenau: „Überlegungen, die über ein oder zwei Jahrzehnte hinausgehen, sind aus wasserbautechnischer Sicht aber rein theoretischer Natur, da eine fortlaufende Sohlintiefung der freifließenden Donau unterhalb der Erhaltungsstrecke im bisherigen Ausmaß von 2 bis 3 cm/Jahr sicher nicht über mehrere Jahrzehnte toleriert werden kann [...]“ (Oberste Wasserrechtsbehörde, S. 195; Hervorhebungen durch Unterstreichung im Zuge dieser Bearbeitung).

1. Beeinflussung der Wasserspiegel in der Erhaltungsstrecke (in Form von Absenkungen) durch die Tiefenerosionen stromab davon;
2. zunehmende Wahrscheinlichkeit für rückschreitende Erosion (bzw. allgemeiner formuliert: die Entstehung einer Diskontinuität in einer Strecke, die auf Basis der geologisch-hydrologischen Randbedingungen grundsätzlich eine einheitliche Charakteristik und ein einheitliches Gefälle haben müsste);
3. Beeinflussungen (Verschlechterungen) der Schifffahrt durch die lokale Versteilung;

Dazu kommt das Risiko eines Sohldurchschlages, das gerade in der Strecke unmittelbar stromab der VHP-Erhaltungsstrecke mit den drei langgezogenen Problemkolken<sup>8</sup> zwischen Strom-km 1909,8 und 1905,8 besonders stark ist. Via donau ist in den letzten Jahren dazu übergegangen, den aus Instandhaltungsbaggerungen gewonnenen Kies vor allem dort zu verklappen, aber das bietet auch nur die Möglichkeit einer vorübergehenden Risikominimierung und keine grundsätzliche Lösung des Problems.

Eine geeignete Maßnahme läge in der Verlängerung der Erhaltungsstrecke, speziell in Kombination mit einer zu fordernden Ausweitung der Zugabemengen (sh. Pkt. 6) und/oder in einer gezielten Kolksicherung in Form eines Sohldeckwerkes, ähnlich wie dies im Zuge der UW-Sicherung zum Kraftwerk Freudenu an mehreren in der Erhaltungsstrecke gelegenen Kolken aufgrund wasserrechtlicher Auflagen vorgenommen wurde, vgl. u.a. Schimpf et al. (2009)<sup>9</sup>.

### 3.4 ANFORDERUNGEN AN DIE ZUKÜNFTIGE BEWEISSICHERUNG

Von zentraler Bedeutung sind die nun neu zu treffenden Festlegungen zur Beweissicherung der Flusssohle bzw. zur Erfolgskontrolle der UW-Sicherung. Dazu folgende erste Überlegungen:

- Grundlage für die Erfassung einer neuen Referenzsohlage, die jene aus dem Jahr 1995 zu ersetzen hat, sollte eine möglichst breite Stromgrundaufnahme, die eben auch weit in die Randzonen des Flusses (Berücksichtigung der alternierenden bzw. ufernahen Kiesbänke) reichen soll; dazu ist zum Aufnahmezeitpunkt eine etwas höhere Wasserführung (möglichst knapp über MW) erforderlich;
- andererseits sollten in den Monaten vor der Stromgrundaufnahme (zur Erfassung der neuen Referenzsohle) keine außergewöhnlich starken morphologischen Umformungen in der Strecke stattgefunden haben, also keine außergewöhnlich starken oder lange andauernden Hochwässer und zweitens auch keine außergewöhnlichen wasserbaulichen Eingriffe;
- es wäre auch der Nachweis zu führen, dass die neue Referenzsohle in den bisher bereits definierten Bereichen nicht unter der bisherigen Referenzsohle liegt;
- Charakteristische Wasserstände bzw. Wasserspiegel und Wasserspiegelfixierungen sind bei der Beurteilung der Wirksamkeit der UW-Sicherung zu berücksichtigen. Das Ziel der UW-Sicherung und aller damit verbundener Maßnahmen (auch jene der via donau) aus ökologischer und

---

<sup>8</sup> Seitens der via donau auch als „Gefahrenkolken“ bezeichnet.

<sup>9</sup> Schimpf, H.; Harreiter, H.; Ziss, H. (2009): Zehn Jahre Erfahrungen mit der Unterwassersicherung zum Kraftwerk Freudenu. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift, Heft 1-6/2009.



wasserwirtschaftlicher Sicht muss in der Sicherstellung der charakteristischen Wasserspiegellagen (Indikatoren: RNW und MW) liegen<sup>10</sup>.

### 3.5 ZUR FRAGE, OB DER FEHLBETRAG AUCH FÜR DIE VERGANGENHEIT ZU KOMPENSIEREN IST (RÜCKWIRKENDE BERÜCKSICHTIGUNG)

Der unter Pkt. 3.1 genannte Fehlbetrag von zumindest rd. 400'000 m<sup>3</sup> (nach Auswertungen der via donau, die mit den Stromgrundaufnahmen 2016 offensichtlich stärker in die Randzonen geht, auch höher, vgl. Pkt. 3.1, Textbeitrag via donau, BMLFUW, 2017) hat sich in den letzten zwanzig Jahren aufsummiert, ist aber nun im Abschnitt (bzw. über das Grundwasser querab) der Erhaltungsstrecke voll wirksam und bleibt das auch in Zukunft, wenn dieser Effekt nicht kompensiert wird. Das berührt im Übrigen nicht nur die ökologischen Verhältnisse und die Interessen des Nationalparks, sondern auch die Brunnen der Stadt Wien (MA31) und andere wasserrechtlich relevante Rechte bzw. Interessen, und es widerspricht der ursprünglichen Intention der wasserrechtlich vorgegebenen UW-Sicherung.

Somit muss auch diese bereits in der Vergangenheit allmählich aufgetretene Verschlechterung kompensiert werden. Eine wasserrechtlich relevante Ausnahme (bezogen auf die Zuständigkeit der VHP) betrifft lediglich die beiden kurzen räumlichen Lücken bei der Schwechatmündung bzw. dem oberen Teil der Furt Kuhstand, die bisher in der Erhaltungspflicht der Wasserstraßendirektion (nunmehr: via donau) lag, nun aber, nach mehr als zwanzig Jahren und nach Kollaudierung dieser Eingriffe, endlich und im Sinn des Grundsatzbescheides zum Kraftwerk Freudenau in die Zuständigkeit des Kraftwerksbetreibers fällt. Aus ökologischer und wasserwirtschaftlicher Sicht und im Interesse des Nationalparks, im Übrigen auch der Stadt Wien (z.B. Brunnen der MA31), ist im Übrigen auch die Kompensation dieses Anteiles des Defizits zu fordern, was mutmaßlich in der Zuständigkeit der via donau läge.

*... hed da floh de fliegl vo da fliang  
war a nu schwara zum kriang ...*

*(Attwenger, M. Binder, H.P. Falkner, 1992, pflug)*

## 4 ZUR DISKUSSION DER URSACHEN DER SOHLEROSION

**DAS PROTOKOLL ZUR 1. SITZUNG** der Arbeitsgruppe (BMLFUM, 2017) enthält Überlegungen und Auswertungen zu den Ursachen der Sohlerosion. Dabei werden u.a. Einflüsse aus Instandhaltungsbaggerungen berücksichtigt und diskutiert, und es wird eine längerfristige Sichtweise (zurück bis 1895) gewählt.

Wir halten die meisten der genannten Überlegungen für schlüssig, allerdings halten wir die fachliche Diskussion zur Abschätzung der Anteile der einzelnen Ursachen der Sohlerosion für nicht unmittelbar entscheidungsrelevant, was die Erhaltungspflicht der VHP betrifft, vgl. Pkt. 4.2, wir erlauben uns dazu aber auf fachlicher Ebene einzelne Ergänzungen, sh. Pkt. 4.1 und zusätzlich unter Pkt. 6.3.

---

<sup>10</sup> Und das ist bereits eine überaus defensive, ja defätistische Position. Dem Grunde nach und aus wasserwirtschaftlich-fachlicher Sicht ist, wenn man die Idee des Nationalparks und seinen Gründungszeitpunkt (1996/97) ernst zu nehmen bereit ist, zumindest das Wasserspiegel-Niveau gem. KWD(1996) zu erreichen und sicherzustellen.

#### 4.1 ZU BISHERIGEN UNTERSUCHUNGEN UND ERGEBNISSEN ZUR SOHLEROSION BEI WIEN UND ÖSTLICH DAVON

An dieser Stelle ist anzumerken, dass eine Untersuchung der Sohlerosion, ihres Ausmaßes, zeitlich-räumlichen Verlaufes und ihrer Ursachen keineswegs ohne Vorgeschichte und Vorleistungen auszukommen bedarf. Im Folgenden werden diesbezüglich relevante Untersuchungen aufgelistet:

- Ehrenberger (1931): Direkte Geschiebemessungen an der Donau bei Wien und deren bisherige Ergebnisse; Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Sonderabdruck aus: „Die Wasserwirtschaft“, Heft 34.
- Ehrenberger (1942): Geschiebetrieb und Geschiebefracht der Donau in Wien auf Grund direkter Messungen; Wasserkraft und Wasserwirtschaft 37, Heft 12;
- Schmutterer (1961): Geschiebe- und Schwebstoffführung der österreichischen Donau; Wasser und Abwasser – 1961
- Gruber (1969): Gewässerkunde und Hydrografie im Bundesstrombauamt; Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 21 – Heft 1/2 – 1969.
- Geitner (1978): Die Erhaltungs- und Regulierungsarbeiten der österreichischen Donau in den Jahren 1968 bis 1977; Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 30 – Heft 9/10 – 1969.
- Kresser, W. (1984): Donaukraftwerk Hainburg, Eintiefungstendenzen der Donau im Bereich von Greifenstein bis zur Staatsgrenze; Gutachten; Wien.
- Kresser, W. (1987): Auswirkungen des geplanten KW Wien auf den Geschiebetrieb und die Sohlstabilität der Donau im Bereich stromab von Greifenstein; Gutachten; Wien.
- Zottl & Erber (1987): Donau im Raum Wien - Bad Deutsch-Altenburg, Untersuchung der Sohlstabilität im Zusammenhang mit der Staustufe Wien; Studie im Auftrag der Stadt Wien – MA 45 (Wasserbau).
- Bernhart et al. (1987): Vorstudie: Analyse des Flussabschnittes Greifenstein / Wien – Marchmündung, Studie im Auftrag der Nationalparkplanung Donau-Auen.
- Zottl (1988): Staustufe Wien-Freudenau, Sohlstabilität im Raum Wien bis Bad Deutsch-Altenburg; Perspektiven, Heft 9/10 – 1988.
- Kresser, W. (1988): Die Eintiefung der Donau unterhalb von Wien. Perspektiven, Heft 9/10 – 1988.
- Bernhart, H.H. (1988): Sohleintiefungen unterhalb von Staustufen und mögliche Schutzmaßnahmen. Perspektiven, Heft 9/10 – 1988.
- Prazan, H. (1988): Staustufe Wien Freudenau – Geschiebetransport und Sohleintiefung der Donau. Perspektiven, Heft 9/10 – 1988.
- VAW (Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich), (1989): Donau – Gutachten über das Erosionsverhalten in der Strecke unterhalb der geplanten Staustufe

Freudenau in Wien und die Wirkung von Sohlgurten oder Grobmaterialzugabe als Sohlsicherungsmaßnahmen; im Auftrag der Stadt Wien, MA-45 (Wasserbau).

- Oberste Wasserrechtsbehörde, Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft (1991): Bescheid Zl. 14.570/182-I 4/91 vom 31.07.1991 zum Donaukraftwerk
- Habersack, H. & Nachtnebel, H.P. (1995): Effects of a changing environment on sediment transport in two Austrian river systems. Effects of Scale on Interpretation and Management of Sediment and Water Quality (Proceedings of a Boulder Symposium, July 1995). IAHS Publ. no. 226, 1995.
- TU München (2000): Wissenschaftliche Untersuchung der Geschiebe- und Eintiefungsproblematik der österreichischen Donau, Endbericht; im Auftrag der Verbund – Austrian Hydro Power AG.
- Klasz, G. (2002): Ein Beitrag zur flussmorphologisch orientierten Untersuchung der Sohlstabilität der Donau zwischen Wien und Marchmündung. Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft.
- Schmutz, M., Aufleger, M, Strobl, T. (2002): Anthropogene Einflussnahme auf die Flussmorphologie der Donau in Österreich. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), Heft 5-6/2002, S. 171-178.
- DonauConsult (2003): Flussbauliches Gesamtprojekt östlich von Wien – Umweltverträglichkeitserklärung (Einl. 6.2.1); Untersuchung zur Nullvariante – Zusammenfassende Darstellung. Im Auftrag der Wasserstraßendirektion.
- Ingenieurbüro Klasz (2010): Studie zur Flussmorphologie der frei fließenden Donau, Wien bis Marchmündung; Studie im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH.
- Klasz, G., Reckendorfer, W., Baumgartner, C., Gabriel, H., & Gutknecht, D. (2013). River-bed degradation and overbank deposition: A human induced geomorphic disequilibrium in the Donau-Auen National Park. In 5th Symposium for Research in Protected Areas (10 to 12 June, Mittersill) pp. 379-384
- Ingenieurbüro Klasz (2014): Zu den Möglichkeiten einer Geschiebemanagement und den zugehörigen Optimierungspotentialen für die Donau östlich von Wien. Studie im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH. Wissenschaftliche Reihe des Nationalparks Donau-Auen, Heft 37 /2015.
- Balzhieva, D. (2015): Analysis of morphological changes of the Danube on the basis of repeated river-bed surveys. Doctoral thesis, TU-Wien.
- Klasz, G.; Gabriel, H.; Habersack, H.; Schmalfuß, R.; Baumgartner, C.; Gutknecht, D. (2016): Ausmaß und Dynamik der Sohlerosion der Donau östlich von Wien – flussmorphologische und wasserwirtschaftliche Aspekte. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. 68. Jg., Nr. 5-6, S. 199-207

Aus der Vielzahl dieser Studien und Befunde, zu denen im Übrigen auch verschiedene hydrographische Grundlagenerhebungen des Bundesstrombauamtes bzw. der Wasserstraßendirektion bzw. der nunmehrigen via donau zu zählen sind, ergibt sich ein mehr oder weniger gut abgesichertes und facettenreiches

Gesamtbild, das in dieser Diskussion auch zu berücksichtigen wäre, wenn man sich, was wir im Übrigen nicht für erforderlich oder zweckmäßig halten (sh. Pkt. 4.2), verstärkt der Frage nach allfälligen Ursachen der Sohlerosion widmet.

In diesem Zusammenhang können wir – ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit – einige Aspekte nennen, die in den Überlegungen BMLFUW (2017) entweder zu kurz gekommen zu sein scheinen oder überhaupt nicht angesprochen wurden:

1. neben der großen Donauregulierung (Wien bis Fischamend: 1870 bis 1875; stromab davon bis in die späten 1890er-Jahre), Instandhaltungsbaggerungen und dem Geschieberückhalt in der Oberliegerstrecke haben auch andere Prozesse eine spürbare Rolle gespielt. Das betrifft beispielsweise die **rückschreitende Erosion**, die in den 1970er-Jahren durch massive Baggerungen im Bereich Bratislava ausgelöst wurden (Kresser, 1988)<sup>11</sup> und vor allem in den späten 1970er- und frühen 1980er-Jahren (Vergleich KWD(1976) zu KWD(1985), vgl. auch Abb. 3) in der österreichisch-slowakischen Grenzstrecke und dann auch bergwärts, etwa bis Bad Dt. Altenburg massive Eintiefungen bewirkt haben. Dieser Prozess scheint dann in den 1990er-Jahren weitestgehend abgeklungen zu sein, einerseits wegen des zwischenzeitlichen Einstaues vom Kraftwerk Gabčíkovo (im Jahr 1992), andererseits wurden diese Erosionen auch mit den Erosionen aus anderen Ursachen überlagert und haben sich gewissermaßen „verschmiert“.<sup>12</sup>
2. zweitens ist die **Gleichsetzung zwischen Regulierung und Sohlerosion zu kurz gegriffen!** Auswertungen sowohl bei Schmautz et al. (2002)<sup>13</sup> als auch bei Klasz et al. (2013, 2016) zeigen, dass in der Endphase und unmittelbar nach der Regulierung (etwa bis 1895) bei Hainburg (und auch weiter stromauf, bei Fischamend) eine äußerst starke Auflandungstendenz (im Ausmaß von gesamt etwa +90 bis +100 cm) wirksam war, sh. Abb. 4, obwohl doch nach allgemeiner Ansicht (wenngleich ohne irgendeinen rechnerischen Nachweis!) davon ausgegangen wird, dass das Geschiebetransportvermögen durch die Regulierung mehr oder weniger stark zugenommen hätte. Andererseits muss das dann ja auch für die Oberliegerstrecke (Tullner Feld, Wien) gelten, die ja ebenfalls reguliert wurde, d.h. es hat auch der Geschiebeeintrag von dort zugenommen, und zwar offensichtlich – zumindest temporär – stärker als das Geschiebetransportvermögen. Dieses Beispiel zeigt, dass es in solchen Fällen grundsätzlich nicht um die Zunahme (allgemeiner formuliert: Veränderung) des Geschiebetransportvermögens an sich geht, sondern immer um das **Verhältnis zwischen Geschiebeeintrag und Geschiebetransportvermögen**, und dieses Verhältnis kann durch eine Regulierung zunehmen (dann überwiegt Auflandung) oder gleich bleiben (dann kann eine ursprünglich dynamisch stabile Strecke weiter stabil bleiben) oder abnehmen (dann ist Sohleintiefung zu erwarten). In der Strecke östlich von Wien war durch die Regulierung jedenfalls nicht automatisch und primär Sohlerosion gegeben, sondern ganz im Gegenteil, **zunächst eine Auflandungstendenz**. Erst später, zu Beginn des 20. Jahrhunderts hat sich (wie auch in BMLFUW, 2017 und im Übrigen auch in verschiedenen früheren Untersuchungen beschrieben) eine schwache Erosionstendenz eingestellt, mit deutlich unter 1 cm/a. Diese ist aber eher als eine Reaktion auf die übermäßig starke Auflandung und wahrscheinlich auch als Folge der damals stark forcierten NW-Regulierungen (Bau von Buhnen und Leitwerken innerhalb des bereits regulierten Querschnitts) zu interpretieren und tendierte (hinsichtlich

---

<sup>11</sup> Kresser, W. (1988): Die Eintiefung der Donau unterhalb von Wien; Perspektiven, Heft 9/10 – 1988.

<sup>12</sup> Dieser Aspekt spielt später eine größere Rolle, vgl. Pkt. 6.3.

<sup>13</sup> Schmautz, M., Aufleger, M., Strobl, T. (2002): Anthropogene Einflussnahme auf die Flussmorphologie der Donau in Österreich. Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift (ÖIAZ), Heft 5-6/2002, S. 171-178.

Höhenlage und bordvollem Abfluss) zu den Ausgangswerten vor der Regulierung. Die gewohnheitsmäßige Gleichsetzung „Regulierung = Eintiefungstendenz“ hält jedenfalls für diese Strecke nicht den bekannten Befunden stand.

3. drittens besteht auch eine **Wechselwirkung zwischen der Sohlerosion und der Zunahme des bordvollen Abflusses**. Einerseits nimmt der bordvolle Abfluss durch die Sohlerosion zu (der bordvolle Querschnitt wird größer), andererseits nehmen damit auch die Strömungsbeanspruchungen (vor allem rund um den bordvollen Zustand, der meist auch in der Nähe des bettbildenden Abflusses liegt) tendenziell zu, es handelt sich also um eine selbstverstärkende Tendenz (eine positive Rückkopplung), was unserem üblichen Verständnis über dynamische Selbststabilisierungsmechanismen in Flüssen widerspricht. Dieser Prozess wird im Fall der Donau östlich von Wien dzt. durch den Verlust von Seitenarmen (durch Verbuschung und Verlandung) weiter verstärkt.

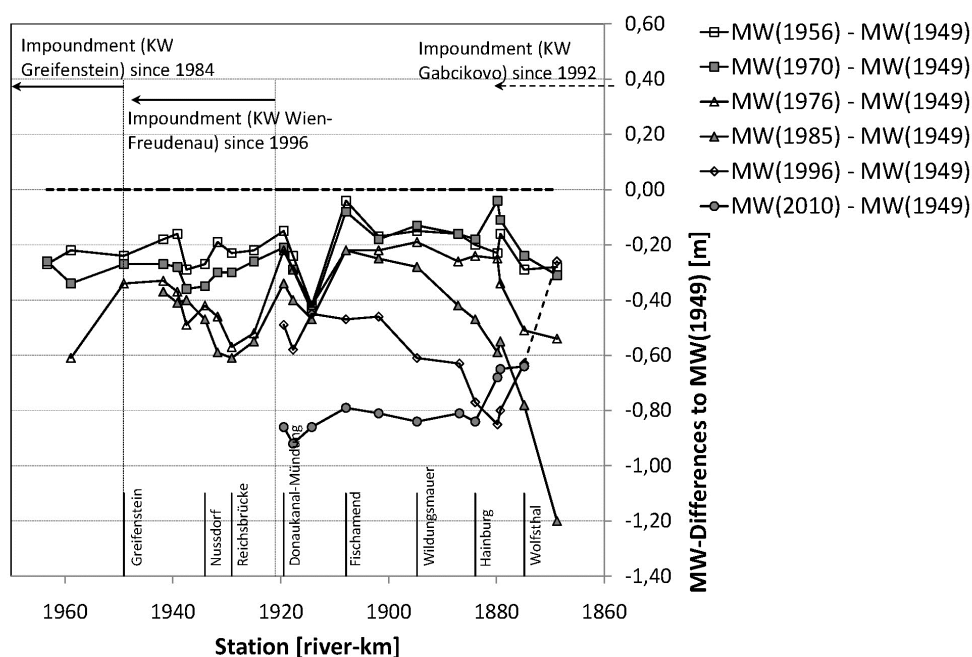


Abb. 3: MW-Differenzen aus den KWD(1956), KWD(1970), KWD(1976), KWD(1985), KWD(1996) und KWD(2010) gegenüber dem Referenzzustand KWD(1949) im Längenschnitt, zwischen Strom-km 1960 und etwa Strom-km 1872 (Wolfsthal); Datenquelle: die genannten KWDs; Auswertung und Graphik: Klasz et al., 2013.

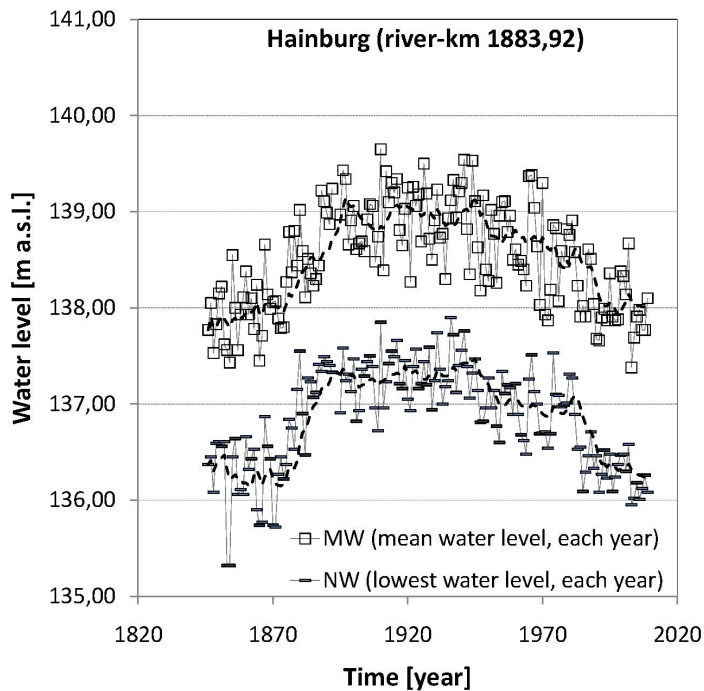


Abb. 4: Trendanalyse für MW- und NW-Stände (Jahreswerte) am Pegel Hainburg (Strom-km 1883,92); Zeitraum: 1846 – 2009; Rohdaten: Hydrographischer Dienst (Jahrbücher); Auswertung und Graphik: Klasz et al., 2013.

## 4.2 ZUR RELEVANZ DES VERSUCHES DER ZUORDNUNG VON URSACHEN

Die Diskussion zu den diversen Ursachen der Sohlerosion ist aus akademischer und wissenschaftlicher Sicht von hohem Interesse! Das Anthropozän (Crutzen, 2002)<sup>14</sup> bietet viele Fragen dieser Art.

Geht es aber um praktische Fragen, und hier vor allem um die Frage der wasserrechtlich relevanten Kompensation höchst nachteiliger und unerwünschter Wirkungen von Stauhaltungen, dann führt diese Diskussion rasch in den Zustand fortschreitender Konfusion. Dies wiegt hier um so schwerer, als es einen bewährten Ansatz gibt, die Wirkung der Staustufen auf die Sohlstabilität in ihrem Unterwasser unmittelbar und unvermischt mit anderen Einflüssen zu quantifizieren, und dies ist exakt der Weg, den die Wasserrechtsbehörde 1991 im Zuge der Genehmigung von Freudenua gegangen ist! Dieser Ansatz lautet: Ermittle den mit der Staustufe verbundenen Geschieberückhalt bzw. das Ausmaß des durch die Stauhaltung verhinderten Geschiebeabstrages aus dem Stauraum. Dies ist die kausal und unzweifelhaft mit dem Kraftwerk verbundene Wirkung. Diese Analyse hat die Behörde 1991 den bescheidgemäßen Festlegungen zur UW-Sicherung zugrunde gelegt<sup>15</sup>, und diesem Ansatz ist heute in dieser Frage zu folgen, allerdings eben auch in Bezug und in Bewertung aller anderen, ebenfalls Geschiebe zurückhaltender Kraftwerke stromauf von Wien, vgl. Pkt. 6.

<sup>14</sup> Crutzen, P. J. (2002): Geology of mankind. Nature. Vol. 415, p. 23.

<sup>15</sup> Aus dem Grundsatzbescheid der Behörde zum Kraftwerk Freudenua: „Da die seitlichen Zubringer vom Kraftwerk Greifenstein bis zum Kraftwerk Freudenua unbedeutend sind, **ergibt sich das Geschiebedefizit als jene Menge, die zwischen dem Oberliegerkraftwerk und dem künftigen Kraftwerk ausgetragen wurde** [...]“ und noch deutlicher: „Das **Ziel der vollen Kompensation des Geschiebehaushaltes wird dann erreicht, wenn am unteren Ende der Erhaltungsstrecke dieselbe Geschiebefracht transportiert wird wie zuvor ohne Kraftwerk**“ (Oberste Wasserrechtsbehörde, S. 189 und S. 192; Hervorhebungen durch Unterstreichung im Zuge dieser Bearbeitung).

Dieser Ansatz geht bereits von einem regulierten Fluss aus, spekulative Fragen zur Wirkung der ursprünglichen Flussregulierung<sup>16</sup> sind in diesem Zusammenhang gegenstandslos und irrelevant, und auch die Frage nach dem Einfluss von Instandhaltungsbaggerungen oder anderer Eingriffe stellt sich nicht, solange man sich in der Analyse auf die zentralen geschiebehydraulischen Wirkungen der Stauhaltung konzentriert, nämlich eben auf Geschieberückhalt bzw. der Verhinderung von Geschiebeausträgen aus dem Staauraum. Alle dazu erforderlichen Informationen (bezogen auf den Zustand unmittelbar vor Errichtung der jeweiligen Staustufe) liegen hinreichend genau vor, vgl. auch Pkt. 6.1.

## 5 ZU DEN KIESQUELLEN FÜR ZUKÜNFTIGE GESCHIEBEZUGABEN

**WÄHREND DER LETZTEN JAHRE** wurde ein Teil des Zugabematerials aus der Traisenmündung (Aushubmaterial aus dem dortigen LIFE-Projekt) gedeckt. Dieses Material war bereits augenfällig feinkörniger als der Donaukies östlich von Wien, vgl. auch Abb. 5, was mit einer erheblich geringeren Wirksamkeit in Bezug auf die Sohlstabilität verbunden ist, sh. Pkt. 5.1

Es ist zu befürchten, dass solche Probleme in Zukunft im Zuge der VHP-Zugaben öfters auftreten, denn das Material aus Kompensationsbaggerungen im Bereich Stein / Krems (Geschiebeausstrag aus der Wachau) wird in geringeren Mengen als bisher zur Verfügung stehen, sh. Pkt 5.2.

Daher müssen diesen Fragen zur Materialverfügbarkeit verstärkt Aufmerksamkeit gewidmet werden.

### 5.1 MATERIAL AUS DER TRAISENMÜNDUNG

Zu diesem Thema wurde vom Ingenieurbüro Klasz im Auftrag des Nationalparks Donau-Auen ein Gutachten erstellt (im Folgenden: Klasz, 2016)<sup>17</sup> und der Wasserrechtsbehörde übermittelt. Die folgenden Angaben geben dazu eine kurze Zusammenfassung.

Der mittlere Korndurchmesser  $D_{50}$  des in den letzten Jahren aus der Traisenmündung angelieferten und in der VHP-Erhaltungsstrecke verklappten Kieses liegt (Durchschnitt über die 6 in Abb. 5 mit ihren Körnungen dargestellten Proben) bei etwa 10,9 mm, die Donau hat in dieser Strecke hingegen einen mittleren Korndurchmesser  $D_{50}$  von rund 23,5 mm. Man kann diesen Vergleich auch auf Grundlage des maßgebenden Korndurchmessers nach Meyer-Peter  $D_m$  durchführen, das liefert mit 15,2 mm (Traisenmündung) versus 29,6 mm (Donau) eine ähnlich große Diskrepanz. Diese Unterschiede betreffen im Übrigen nicht nur einzelne Parameter ( $D_{50}$ ), vielmehr ist die gesamte Kornverteilungslinie nach links, also in den feinkörnigen Bereich verschoben, also ist der Feinkornanteil (der in der Donau suspendiert werden kann) erhöht und der Grobkornanteil, der für die Sohlstabilität besonders wichtig ist, stark reduziert, vgl. Abb. 5. Insgesamt ist die Brauchbarkeit des Materials für die Sohlstabilisierung gegenüber dem natürlichen Sohlmaterial der Strecke erheblich reduziert.

---

<sup>16</sup> Diese Frage ist in der Praxis spekulativ. Grundsätzlich wäre sie empirisch zu klären, wenn wir eine hinreichende Datengrundlage zum Geschiebehaushalt der unregulierten Donau hätten, aber das ist leider nicht der Fall, denn das lag im frühen 19. Jahrhundert noch außerhalb der Beobachtungsmöglichkeiten. Die Frage könnte im Prinzip auch rechnerisch geklärt werden, wenn wir den unregulierten Fluss numerisch hinreichend genau und detailliert modellieren könnten. Das setzt allerdings die Kenntnis der Randbedingungen (u.a. des Geschiebeeintrages aus der Oberliegerstrecke, die Kornverteilungen des Geschiebes und des damaligen Sohlmaterials usw.) voraus, und das führt dann wieder zu dem ersten genannten Problem fehlender Daten.

<sup>17</sup> Ingenieurbüro Klasz (2016): Gutachten zur Eignung des Aushubmaterials aus dem Bereich Traisenmündung für die Geschiebezugaben in der VHP-Erhaltungsstrecke (KW Freudenu, Unterwasser-Sicherung). Im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH.

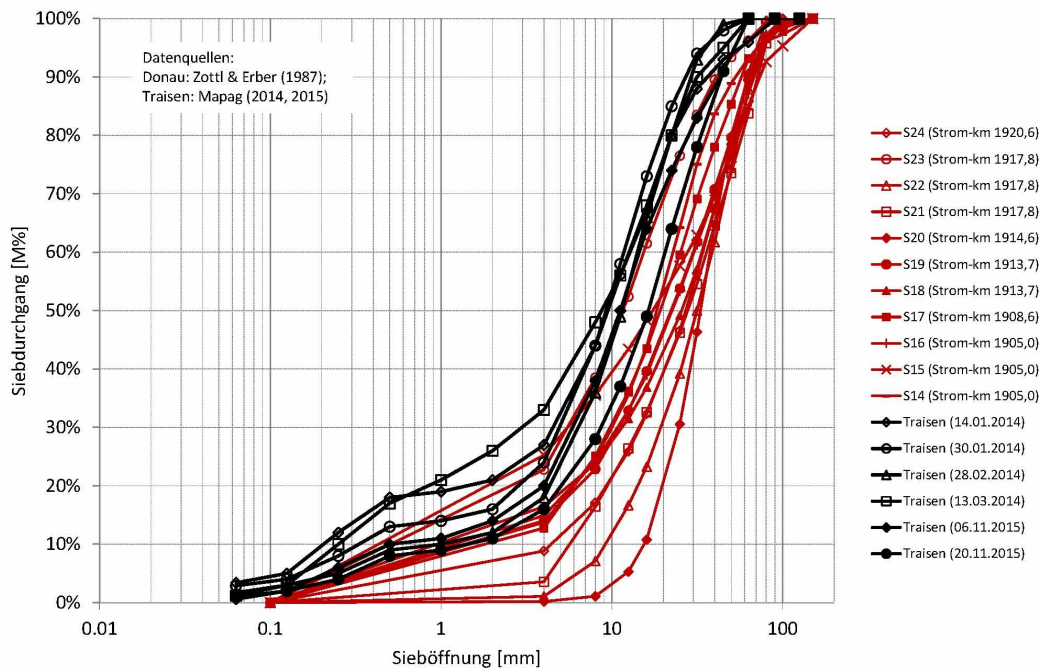


Abb. 5: Kornverteilungslinien für das Zugabematerial aus der Traisenmündung (Rohdaten: Mapag 2014, 2015; schwarze Linien) im Vergleich mit dem Sohlmaterial der Donau im Bereich der Donau, Erhaltungsstrecke bzw. knapp stromab davon (Rohdaten: Zottl & Erber, 1987; rote Linien); Auswertung und Graphik: Klasz (2016).

Mit den genannten Differenzen in den Korngrößenverteilungen ist eine deutlich stärkere Mobilität des Zugabematerials aus der Traisenmündung gegenüber der Donau-Erhaltungsstrecke verbunden, vor allem im Bereich zwischen mittleren Abflüssen und kleineren Hochwässern, also etwa auch im Bereich des bettbildenden Abflusses. Dieser nachteilige Effekt wird durch Abzug der Anteile unter 4 mm Korndurchmesser (rd. 20%), wie vom Sachverständigen der Wasserrechtsbehörde ursprünglich diskutiert, nicht korrekt berücksichtigt, sondern stark unterschätzt (Klasz, 2016).

Wissenschaftliche Studien, die sich auf Laborversuche stützen (Venditti et al., 2010a, 2010b)<sup>18</sup>, zeigen, dass eine bestehende, primär aus Grobkiesen bestehende Flusssohle durch die Zugabe von Feinkiesen (und noch stärker durch die Zugabe von Sanden) mobiler werden. In diesem Zusammenhang ist die Zugabe feinerer Zugabekörnungen nicht bloß weniger wirksam (im Sinn einer höheren Mobilität), sondern auch (zumindest potentiell) nachteilig für die Stabilität der größeren Bestandsohle. Dieser Prozess lässt sich derzeit zwar noch nicht rechnerisch erfassen, legt aber, wegen der damit verbundenen Risiken für die Sohlstabilität besondere Vorsicht nahe (Klasz, 2016).

## 5.2 ZUR MITTEL- BIS LANGFRISTIGE PERSPEKTIVE

Aus Informationen seitens der VHP (Referat Dr. Schmalfluss<sup>19</sup> vom Dezember 2013; zusätzlich persönliche Mitteilung durch Dr. Schmalfluss), aber auch aus allgemeiner Kenntnis (bzw. Experteneinschätzung) zum Geschiebehauhalt der Donau im Abschnitt Wachau ist klar, dass die dort verfügbaren Kiesmengen

<sup>18</sup> Venditti, J. G., W. E. Dietrich, P. A. Nelson, M. A. Wydzga, J. Fadde, and L. Sklar (2010a): Mobilization of coarse surface layers in gravel - bedded rivers by finer gravel bed load, *Water Resour. Res.*, 46, W07506, doi: 10.1029/2009WR008329.

Venditti, J. G., W. E. Dietrich, P. A. Nelson, M. A. Wydzga, J. Fadde, and L. Sklar (2010b): Effect of sediment pulse grain size on sediment transport rates and bed mobility in gravel bed rivers, *J. Geophys. Res.*, 115, F03039, doi: 10.1029/2009JF001418.

<sup>19</sup> Referat (vor dem Akteursforum zum Naturversuch Bad Dt. Altenburg) von Dr. Schmalfluss, VHP, 12.12.2013: Donaukraftwerk Freudenu, Unterwassersicherung, Geschiebezugabe 1996 – 2013.



zukünftig deutlich geringer als bisher ausfallen werden. Schätzungen (zum Geschiebeaustrag der Wachau) bewegen sich im Bereich zwischen etwa 40'000 m<sup>3</sup>/a (TU-München, 2000)<sup>20</sup> und 90'000 m<sup>3</sup>/a (persönliche Einschätzung / Mitteilung Dr. Schmalfuss).

Einzelne Möglichkeiten, die von VHP mutmaßlich bereits hinsichtlich ihrer Kosten untersucht und bewertet worden sind, können aus Sicht des Nationalparks und anderer an der Sohlstabilität interessierter Institutionen (via donau, Stadt Wien, WWF, ...) mit nachteiligen Wirkungen behaftet sein. Das betrifft primär die Kornverteilung, beispielsweise wäre bei Geschieberückführungen aus dem slowakischen Donauabschnitt oder der österreichisch-slowakischen Grenzstrecke mit (durch Abrieb) deutlich reduzierten Korndurchmessern und damit mit tendenziell reduzierter Wirksamkeit in Bezug auf die Sohlstabilität zu rechnen.

Und andererseits könnten sich etwa auch konkurrierende Interessen mit anderen Akteuren, im Besonderen im Kontext mit den Geschieberückführungen im Zuge der Instandhaltungsbaggerungen der via donau ergeben, wie es aber umgekehrt auch das Potential für eine sinnvolle Kooperation zwischen VHP und via donau (mit Synergieeffekten) gibt.

In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung eines mit Behörde, Nationalpark und via donau abgestimmten Konzepts zur mittel- bis langfristigen Absicherung der Kies-Materialverfügbarkeit zu fordern. Diese Forderung gewinnt durch die Ausweitung der Zugabemengen zusätzliche Bedeutung.

### **5.3 ANFORDERUNGEN AN DIE EIGNUNGSKONTROLLE / ZUGABEMATERIAL**

Im Zusammenhang mit der Diskussion zur Eignung des Materials aus der Traisenmündung (Pkt. 5.1) hat sich ein erheblicher Mangel an Daten bzw. Informationen zur Kornverteilung des Zugabematerials gezeigt. Letztlich (und auch erst nach entsprechenden Urgezen) lagen 6 Siebungen (ohne Angaben der Probenmengen) vor, was angesichts der möglichen bzw. vorgesehenen Gesamtmengen nach wie vor als unzureichend bewertet werden muss. Das ist übrigens auch aus wirtschaftlicher Sicht unverständlich, zumal solche Untersuchungen nur geringe Kosten verursachen (Größenordnung: rd. 200 bis 300 €/Probe), andererseits aber zur Beurteilung der Brauchbarkeit des Materials (sowohl für die Geschiebebewirtschaftung als auch für ganz andere Zwecke) unerlässlich sind. Aus Geologie und Bodenmechanik ist bekannt, dass solche fluviatil gebildete Kiesvorkommen erhebliche Streuungen in ihren Kornverteilungen zeigen, daher ist eine größere Zahl von Proben erforderlich. Diese Überlegungen gelten im Übrigen auch für das Baggermaterial aus der Donau bei Krems. Allgemein wird angenommen, dass dieses Material grobkörniger als jenes in der Donau östlich von Wien sei. Mit dieser Annahme wurde in der Reaktion der Behörde auf das Gutachten Klasz (2016) auch argumentiert, die zu feinkörnige Kornverteilung des Materials aus der Traisenmündung wäre kein grundsätzliches Problem, es würde ja letztlich mit dem deutlich grobkörnigeren Material aus der Wachau vermengt.

Tatsächlich ist aber auch die Kornverteilung des Materials aus der Wachau (Baggerungen bei Krems) unbekannt, es gibt diesbezüglich (nach unserer Kenntnis) keine Siebungen, zumindest liegen sie nicht vor. Es ist zwar wahrscheinlich, dass dieses Material eine (etwas) gröbere Körnung hat, aber zwingend oder empirisch geprüft ist das eben nicht. Zahlreiche Publikationen über Kiesflüsse (z.B. Lisle, 1995)<sup>21</sup> zeigen, dass die Kornverteilungen von Geschiebe und Sohlmaterial deutlich auseinanderklaffen können. Das trifft speziell im Zusammenhang mit selektivem Transport bzw. auch selektiver Erosion, Deckschichtbildung und Sortierprozessen zu. Bei den meisten der von Lisle (1995) untersuchten Kiesflüssen war das Geschiebe

---

<sup>20</sup> TU München (2000): Wissenschaftliche Untersuchung der Geschiebe- und Eintiefungsproblematik der österreichischen Donau, Endbericht; im Auftrag der Verbund – Austrian Hydro Power AG.

<sup>21</sup> Lisle, T. E. (1995): Particle size variations between bed load and bed material in natural gravel bed channels. Water Resources Research, Vol. 31 (4), 1107-1118.

jedenfalls deutlich feinkörniger als das Bettmaterial. Es ist also durchaus möglich, dass zwar das Sohlmaterial in der Wachau deutlich gröber als jenes östlich von Wien ist, dass aber der Geschiebeaustrag aus der Wachau und damit das dortige Baggermaterial iSd. genannten Effekte deutlich feinkörniger ist. Informell wurde seitens VHP (Dr. Schmalfuss) die Vornahme solcher Siebungen zugesagt, im Interesse des Nationalparks ist aber zu fordern, dass solche Siebungen mit ausreichenden Probenmengen und Frequenz durchgeführt und der Behörde und anderen daran interessierten Institutionen (Nationalpark, via donau, ...) zur Verfügung gestellt werden.

Gleiches ist in Bezug auf andere, für die VHP-Geschiebezugaben noch zu erschließende Kiesquellen erforderlich.

#### 5.4 GESCHIEBERÜCKFÜHRUNGEN, PRINZIP UND NACHWEIS DER WIRKSAMKEIT

Dem Prinzip der Geschieberückführung wird sowohl in der Studie Klasz (2014)<sup>22</sup> als auch im Rahmen des praktisch durchgeführten Wasserstraßenmanagements der via donau (Wiederverklappen von Baggermaterial aus Instandhaltungsbaggerungen) zunehmende Bedeutung beigemessen.

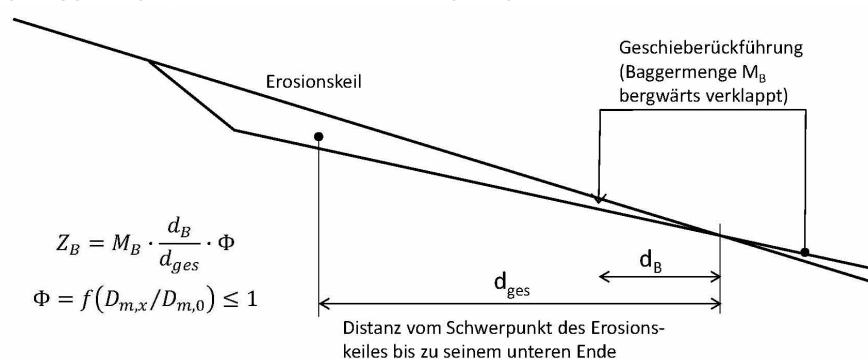


Abb. 6: Prinzipbild zur Geschieberückführung

Via donau verklappt ihr Baggermaterial seit einigen Jahren grundsätzlich einige Kilometer stromauf der jeweiligen Baggerstellen, womit der Geschiebeaustrag graduell vermindert wird; das Material wird somit teilweise im Kreis geführt. Die Idee der Geschieberückführung liegt dann besonders nahe, wenn am unteren Rand der Strecke eine Stauhaltung (Gabčikovo) angrenzt, denn dann muss das Material ohnehin gebaggert werden, um der Stauraumverlandung (Aufhöhung von Hochwasserspiegel) entgegen zu wirken. Zweitens ist es eine wirtschaftliche Frage, nirgends sonst sollte geeigneter Kies preiswerter zu bekommen sein als am unteren Rand der Erosionsstrecke, vorausgesetzt, die Rücktransportstrecke ist nicht zu lange (Klasz et al. in prep.)<sup>23</sup>.

Zur quantitativen Erfassung der im Zuge der Unterhaltungsbaggerungen durchgeführten Geschieberückführungen wurde bei Klasz (2014) der Begriff des Zugabeäquivalents  $ZG_B$  entwickelt,

$$ZG_B = M_B \cdot \frac{d_B}{d_{ges}} \tag{Gl. 1}$$

<sup>22</sup> Ingenieurbüro Klasz (2014): Zu den Möglichkeiten einer Geschiebebewirtschaftung und den zugehörigen Optimierungspotentialen für die Donau östlich von Wien. Studie im Auftrag der Nationalpark Donau-Auen GmbH. Wissenschaftliche Reihe des Nationalparks Donau-Auen, Heft 37 /2015.

<sup>23</sup> Klasz G.; Küblbäck, G., N.N.; Gutknecht, D. (in Vorbereitung): Abrieb und Sortierung in der Donau östlich von Wien im Kontext eines Geschiebemanagements (Arbeitstitel).

mit der rückgeführten Menge  $M_B$  [m<sup>3</sup>], der durchschnittlichen stromauf gerichteten Transportdistanz (innerhalb der Erosionsstrecke) bis zum Verklappen  $d_B$  [km] und der Distanz zwischen dem Schwerpunkt des Erosionskeiles und seinem unteren Ende  $d_{ges}$ . Dafür setzen wir im Mittel 20 km, weil die Erosionsstrecke annähernd 30 km lang ist und ungefähr dem Bild einer Rotationserosion entspricht (sh. Klasz et al. 2016), der „Erosionskeil“ hat seinen Schwerpunkt also ca. 20 km stromauf seines unteren Endes (etwa bei Strom-km 1890). Werden also (etwa bei einer Furtbaggerung) 50‘000 m<sup>3</sup> gebaggert und 10 km stromauf davon wieder verklappt, dann entspräche das einem Zugabeäquivalent von etwa 25‘000 m<sup>3</sup> (Klasz et al. in prep.).

Allerdings sind die Körner auf ihrem ersten Weg stromab im Mittel kleiner geworden, im Sinn des Sternberg’schen Abriebgesetzes, daher muss seine Mobilität (etwas) größer werden. Bei einer genaueren und langfristigen Betrachtung ist dieser Effekt zu berücksichtigen, und zwar durch Einführung eines Abminderungsfaktors  $\Phi$ , der die Zunahme der Mobilität durch Kornverkleinerung beschreibt (Klasz et al. in prep.):

$$ZG_B = M_B \cdot \frac{d_B}{d_{ges}} \cdot \Phi(D_{x=d_B}/D_0) \quad (\text{Gl. 2})$$

Solche durch Abrieb bedingten Effekte sind für längerfristige Überlegungen und vor allem dann zu berücksichtigen, wenn die Transportweiten größer werden, was ja wünschenswert ist. Eine empirisch gestützte Abschätzung dieses Faktors  $\Phi(D_{x=d_B}/D_0)$  wird in einer aktuell in Vorbereitung befindlichen Arbeit angegeben und theoretisch begründet und sollte dann auch eine Grundlage für den rechnerischen Nachweis der Wirksamkeit der Geschieberückführung für die Sohlstabilität liefern.

In diesem Zusammenhang ist aber zu fordern, dass solche Geschieberückführungen nicht bloß lokal (also über wenige km) durchgeführt werden, sondern möglichst vom unteren bis zum oberstromigen Ende des Erosionskeiles (bzw. der Erosionsstrecke)<sup>24</sup>. Die seitens der via donau erfolgte wasserrechtliche Einreichung eines Geschiebefanges bei etwa Strom-km 1888 (Furt Treuschütt) bildet dafür einen weiteren wichtigen Schritt.

Wünschenswert wäre aber auch eine Kooperation zwischen VHP und via donau, bei der das Baggergut noch weiter stromauf (also in der Erhaltungsstrecke) verklappt werden sollte, wobei die VHP die Mehrkosten (für die zusätzliche Verfuhr) zu übernehmen hätte. Es kann gezeigt werden (und wird auch im Zuge einer bereits beauftragten Erweiterung der Geschiebestudie Klasz, 2014 gezeigt), dass dabei erhebliche Synergieeffekte genutzt werden können, die zu gleichen Teilen der via donau, der VHP und „der Umwelt“ (also auch dem Nationalpark) zu Nutzen kommen könnten. Der dafür erforderliche rechnerische Nachweis der Wirksamkeit dieser Maßnahme wäre durch die oben beschriebenen Grundlagen gegeben.

*„Das Ziel der vollen Kompensation des Geschiebehaushaltes wird dann erreicht, wenn am unteren Ende der Erhaltungsstrecke dieselbe Geschiebefracht transportiert wird wie zuvor ohne Kraftwerk.“  
(Oberste Wasserrechtsbehörde, 1991, Grundsatzbescheid zum KW Freudenu)*

---

<sup>24</sup> Eine ausgeglichene Bilanz für die Gesamtstrecke (Geschiebeeintrag = Geschiebeaustrag + Abriebverluste) muss in jedem Fall gegeben sein.

## 6 ZUR FORDERUNG DER AUSWEITUNG DER VHP-GESCHIEBEZUGABEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER WIRKUNG DER DONAU-KRAFTWERKE STROMAUF VON WIEN

**SEIT 1996 WIRD STROMAB DES VHP-DONAU-KRAFTWERKES FREUDENAU** eine im Verhältnis zum Geschiebetransportvermögen unvollständige Geschiebemanagement betrieben (Kies-Zugaben im langjährigen Mittel rd. 190'000 m<sup>3</sup>/a; Geschiebetransportvermögen rd. 350'000 m<sup>3</sup>/a). Damit sollte und soll aufgrund der wasserrechtlichen Vorgaben die Verstärkung der Sohlerosion durch dieses Kraftwerk (also eine Verschlechterung) kompensiert werden, was wohl (mit einzelnen Imperfektionen, vgl. Pkt 3.1) erreicht wurde. Das Problem der Sohlerosion an sich blieb ungelöst.

Im Folgenden werden Argumente der Studie Klasz (2014) zusammengefasst, mit der Zielrichtung, dass **auf Basis von §21a WRG** („Abänderung von Bewilligungen“) eine **Ausweitung dieser laufenden Geschiebezugaben** seitens der Behörde dringend zu prüfen und beim Bestehen der gesetzlichen Voraussetzungen wasserrechtlich vorzuschreiben wäre. Man folgte damit im Übrigen dem **Verursacherprinzip**.

Dazu folgende Aspekte:

- Die Ausweitung der Geschiebezugaben zielt **nicht** primär auf die Genehmigungsbescheide zum KW Freudenu, denn dort wurden ja erstmals Vorkehrungen zur Verhinderung von Verschlechterungen der Sohlerosion in der Unterliegerstrecke getroffen, sondern **auf die zuvor errichteten und stromauf gelegenen Kraftwerke** (Greifenstein, Altenwörth usw.).
- Es wären also die gleichen Kriterien, die für das KW Freudenu gelten, endlich auch auf die anderen, älteren Kraftwerke anzuwenden, und zwar **mit der gleichen sachlichen Logik!**
- In **allen Donaustauräumen wird Geschiebe zurückgehalten** bzw. werden dort Sohlerosionen und damit verbundene Geschiebeausträge verhindert, wodurch im Unterwasser der Zustand des Geschiebedefizits verursacht bzw. verstärkt wird; dies ist über Experteneinschätzung, Fachliteratur und erforderlichenfalls auch durch geschiebehydraulische Berechnungen belegbar.
- Als diese Kraftwerke (in den 1950er- bis frühen 1980er-Jahren) genehmigt wurden, bestand für die österreichische Donau der Plan eines (lückenlosen) Staustufenausbaues, es war damals mithin nicht erforderlich, Vorkehrungen zur UW-Sicherung zu treffen. Diese Voraussetzung hat sich zwischenzeitlich für die Strecke östlich von Wien grundlegend geändert. Im Übrigen hat sich (beginnend mit der Sohlensicherung durch Geschiebezugaben am Oberrhein, stromab von Iffezheim) auch der Stand der Technik geändert.
- Der Nationalpark wurde über gesetzliche Vorgaben geschaffen, und zwar als **Auen-Nationalpark** (vgl. u.a. die zugehörige §15a B-VG Vereinbarung zwischen Bund und den Ländern Wien und Niederösterreich), was durch die Sohlerosion zunehmend gefährdet wird (u.a. Verlust von Altarmen und Seitenarmen); daneben bestehen europarechtliche Vorgaben (Vogelschutz-Richtlinie; FFH-Richtlinie, Wasserrahmenrichtlinie), die zwischenzeitlich in das österreichische Recht übernommen wurden. All dies hat sich in den letzten Jahrzehnten geändert und ist nun im aktuellen Kontext zu berücksichtigen.
- Bedingung für ein §21a-Verfahren ist, dass **öffentliche Interessen** nicht hinreichend geschützt sind; das ist wegen der fortschreitenden Sohlerosion tatsächlich der Fall, über §105 Abs. 1, lit. a:

„ein schädlicher Einfluss auf den Lauf, die Höhe, das Gefälle oder die Ufer der natürlichen Gewässer“; weiters §105 Abs. 1, lit. m: „eine wesentliche Beeinträchtigung des ökologischen Zustandes der Gewässer“, was u.a. mit der durch die Eintiefung bewirkte massive Verlandung und Verbuschung von Seitenarmen und Altarmen und deren Verschwinden zu begründen ist!

- Die hier dargelegte **Argumentation zielt nicht auf Sohlstabilität** per se, sondern lediglich auf die - allerdings: volle - Kompensation des Geschieberückhaltes seitens des Verursachers und KW-Betreibers Verbund Hydro Power GmbH. Insofern sind Einschätzungen und Diskussionen über den Einfluss anderer Faktoren (Regulierung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts; Instandhaltungsbaggerungen) irrelevant.
- Es wäre auch nicht zwingend eine „endgültige“ Lösung zu verlangen, sondern gegebenenfalls eine Übergangslösung bis zur tatsächlichen Umsetzung eines umfassenden Sanierungsprojektes seitens der Republik.
- Eine Ausweitung der Geschiebezugaben wäre **nicht unverhältnismäßig** iSv §21a Abs. (3); der KW-Betreiber hat (für das KW Freudenau) solche Maßnahmen selbst vorgeschlagen bzw. dem Projekt zugrunde gelegt; es wären lediglich die Mengen zu erhöhen (um rd. +70 %); die Kosten (rd. 2,3 bis 3,0 Mio. €/a) machen in der Größenordnung auch nur etwa 0,6 bis 0,7 % der Jahreserlöse der Verbund-Donaukraftwerke (bei aktuellen und sehr tiefen Marktpreisen von rd. 31 €/MWh, Futurepreise, Front-Year-Base 2016: rd. 410 Mio. €/a) aus! In diesem Zusammenhang ist auch der freie Cashflow (als Maß für auch kurzfristige Finanzierungsmöglichkeit) von rd. 581 Mio. € (Verbund-Geschäftsbericht für 2016) zu nennen.
- Aus volkswirtschaftlicher, umweltökonomischer und wasserwirtschaftlicher Sicht wurden durch den Kraftwerksbetreiber und den Geschieberückhalt **bisher externe Kosten auf Dritte** (Nationalpark, Brunnenbetreiber, Allgemeinheit) überwältzt, was sowohl als Marktversagen als auch als Staatsversagen gesehen werden kann. Mit der Ausweitung der Geschiebezugabe könnte dieses Problem dem Grunde nach gelöst werden.

Die hier kurz dargestellte Argumentation baut auf wasserwirtschaftliche und flussbauliche Überlegungen auf (Details sh. Studie Klasz, 2014). Die juristischen Aspekte wurden zwischenzeitlich durch einen Umweltjuristen (Dr. Mauerhofer, Universität Wien) aufgearbeitet und eine juristisch-wasserwirtschaftliche Veröffentlichung ist dazu in Vorbereitung.

## **6.1 ABSCHÄTZUNG DER ZUSÄTZLICHEN ZUGABEMENGEN, WENN DER HEUTIGE STAU RAUM DES KRAFTWERKES GREIFENSTEIN BERÜCKSICHTIGT WIRD**

Im Folgenden wird der zuvor (unter Pkt. 6) grundsätzlich genannte Aspekt **in Bezug auf den Stauraum Greifenstein numerisch abgeschätzt**. Die Aufgabe besteht schlicht darin, den Geschiebeaustrag aus dem heutigen Stauraum Greifenstein (Strom-km 1949 bis zum Kraftwerk Altenwörth, etwa Strom-km 1980) gemeinsam mit dem zugehörigen Wert des heutigen Stauraumes Wien (Strom-km 1921 bis zum Kraftwerk Greifenstein) quantitativ abzuschätzen. Dieser Geschiebeaustrag ist zwischenzeitlich durch die Errichtung der beiden Donaukraftwerke verloren gegangen.

- Diese Abschätzung erfolgt [im ersten Schritt] durch Untersuchung der RNW- und MW-Differenzen im Zeitraum zwischen 1970 und 1976 (Vergleich der KWD (1970) gegen KWD(1976)), vgl. auch Abb. 7a. In dieser Phase gab es weder das Kraftwerk Greifenstein

(Vollstau: 1984)<sup>25</sup>, noch das Kraftwerk Freudenu (Vollstau: 1997). Diese gesamte Strecke war eine freie Fließstrecke, das aus dieser Strecke ausgetragene Geschiebe stand (abzüglich der Abriebverluste) der Unterliegerstrecke, also der Strecke östlich von Wien, zur Verfügung.

- Im Übrigen wurde auch der Vollstau am Kraftwerk Altenwörth am oberen Rand dieser Untersuchungsstrecke erst im Jahr 1976 errichtet, es gab also über den größten Teil dieses Untersuchungszeitraumes einen Geschiebeeintrag aus der Oberliegerstrecke (stromauf von Strom-km 1980), wodurch das aus diesem Zeitraum abgeleitete Ergebnis den Beitrag dieser Strecke tendenziell unterschätzt, jedenfalls aber nicht überschätzt. Anders formuliert: Nach 1976 (und bis zur Stauerrichtung Kraftwerk Greifenstein, 1984) müsste der Geschiebeaustrag aus dieser Strecke noch größer geworden sein.
- Diese RNW- und MW-Änderungen werden [im zweiten Schritt] in mittlere Sohländerungsraten [m/a] umgerechnet (Division durch die zugehörige Zeitdauer), sh. Abb. 7b, und eine geschieberelevante Breite und die Länge der Teilabschnitte in Volumina (Geschiebeausträge) umgerechnet. Für die Breite wird (analog zu den Abschätzungen zum Stauraum Freudenu gem. Grundsatzbescheid) generell 200 m gesetzt (vgl. auch die Anmerkungen weiter unten). Diese Berechnung, die der Abschätzung im Rahmen der Genehmigung zum Kraftwerk Freudenu hinsichtlich der Methodik entspricht (aber eben eine längere Strecke abdeckt), wird aus numerischen Gründen in Teilabschnitte mit jeweils 5 km Länge (bzw. Strom-km 1925-1921: 4 km) diskretisiert, vgl. Tab. 1.
- Da die MW-gestützten Eintiefungsraten etwas geringer als die RNW-gestützten Eintiefungsraten ausfallen, wird jeweils der Mittelwert aus beiden Werten verwendet;
- Die obersten 15 km (Strom-km 1980 bis Strom-km 1965) werden wegen der (in dieser Phase erfolgten) UW-Eintiefung<sup>26</sup> zum Kraftwerk Altenwörth nicht für die Ermittlung der Eintiefungsraten berücksichtigt. Allerdings wird auch für diesen Teilabschnitt ein Geschiebeaustrag (mit einer Eintiefungsrate, die aus der Unterliegerstrecke übernommen wird, vgl. Abb. 7b) in Rechnung gestellt, denn durch die künstliche UW-Eintiefung wurde hier ebenfalls ein entsprechender Geschiebeaustrag unterbunden (im Prinzip waren die Eingriffe auf den Geschiebehaushalt durch diese künstliche UW-Eintiefung sogar noch stärkerer als ohne diesen Eingriff, vgl. auch die Anmerkungen weiter unten);
- Der Geschiebeaustrag jeder Teilstrecke wird [im dritten Schritt] auf den unteren Rand (Strom-km 1921, gleichzeitig oberer Rand der VHP-Erhaltungsstrecke) bezogen, d.h. es werden auch die Abriebverluste (zwischen dem Schwerpunkt des einzelnen Teilabschnittes und dem unteren Rand) berücksichtigt; dabei wird das Sternberg'sche Abriebgesetz mit einem Abriebbeiwert  $a_w = 0,01 \text{ km}^{-1}$  (also höher als für ähnliche rechnerische Abschätzungen seitens Dipl.-Ing. Flicker, BMLFUW, 2017; dort  $a_w = 0,0075 \text{ km}^{-1}$ ) verwendet.
- Abschließend werden die Beträge aus den Teilabschnitten aufsummiert, und es wird von diesem Gesamtergebnis  $m_{ges}$  die bereits bisher wasserrechtlich angeordnete Geschiebezugabe abgezogen, die Differenz entspricht der zusätzlichen Zugabemenge, wenn man den Stauraum Greifenstein berücksichtigt.

---

<sup>25</sup> Angaben zur Chronologie (Vollstau-Errichtungen) gem. KWD(2010), Tafel III.

<sup>26</sup> Eigentlich nur bis Strom-km 1971,5. Wir berücksichtigen hier auch sekundäre Effekte dieser UW-Eintiefung (temporärer Geschiebeentzug), obgleich sie vom Kraftwerksbetreiber zum Nachteil der Unterliegerstrecke verursacht wurden.

TABELLE 1: ERMITTLUNG DES GESCHIEBEAUSTRAGES AUS DEN HEUTIGEN STAURÄUMEN FREUDENAU UND GREIFENSTEIN (STROM-KM 1980 BIS 1921), AUSGANGSZUSTAND (UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER DAMALIGEN SOHLÄNDERUNGSRATEN) VOR ERRICHTUNG BEIDER DONAUKRAFTWERKE, 1970 BIS 1976 (VERGLEICH AUS KWD(1970) GEGEN KWD(1976).

Teilstrecke [Strom-km]	$\Delta RNW$ [m/a]	$\Delta MW$ [m/a]	$\Delta z(i)=$ [m/a]	$B(i)=$ [m]	$GA(i)=$ [m <sup>3</sup> /a]	$\phi(i)=$ [-]	$GA'(i)=$ [m <sup>3</sup> /a]
1980 ...1975	(-0.153) )*1	(-0.114) )*1	-0.056	200	-56190	0.568	-31936
1975 ...1970	(-0.095) )*1	(-0.066) )*1	-0.056	200	-56190	0.598	-33574
1970 ...1965	(-0.077) )*1	(-0.061) )*1	-0.056	200	-56190	0.628	-35295
1965 ...1960	-0.058	-0.054	-0.056	200	-56190	0.660	-37105
1960 ...1955	-0.043	-0.041	-0.042	200	-42024	0.694	-29173
1955 ...1950	-0.008	-0.023	-0.015	200	-15139	0.730	-11048
1950 ...1945	-0.006	-0.011	-0.008	200	-8333	0.767	-6393
1945 ...1940	-0.008	-0.011	-0.009	200	-9286	0.807	-7489
1940 ...1935	-0.019	-0.017	-0.018	200	-18229	0.848	-15456
1935 ...1930	-0.034	-0.022	-0.028	200	-28333	0.891	-25255
1930 ...1925	-0.043	-0.043	-0.043	200	-42976	0.937	-40272
1925 ...1921	-0.036	-0.031	-0.033	200	-26778	0.980	-26248
<b>Summe (bis obere Grenze VHP-Erhaltungsstrecke) [m<sup>3</sup>/a] =</b>							<b>-299245</b>
1921 ...1915	-0.028	-0.001	-0.015	200	-17571	1.000	-17571
1915 ...1910	-0.007	-0.003	-0.005	200	-4881	1.000	-4881
<b>Summe (einschließlich der VHP-Erhaltungsstrecke) =</b>							<b>-321697</b>

Anm. \*1: Eintiefungsraten in den obersten drei Teilabschnitten nicht für die Ermittlung von  $\Delta z(i)$  verwendet; es wurden dafür die geringeren Werte aus dem Teilabschnitt Strom-km 1965 – 1960 verwendet.

#### Parameter:

$\Delta RNW$  Eintiefungsraten aus den RNW-Veränderungen abgeleitet

$\Delta MW$  Eintiefungsraten aus den MW-Veränderungen abgeleitet

$\Delta z(i)$  rechnerisch (aus den RNW- und MW-Änderungen) abgeleitete und mittlere Sohländerungsraten der einzelnen Teilabschnitte

$B(i)$  rechnerische Breiten der einzelnen Teilabschnitte

$GA(i)$  rechnerische durchschnittliche Jahres-Geschiebeausträge der einzelnen Teilabschnitte

$\phi(i)$  aus dem Sternbergschen Abriebgesetz, der Transportdistanz (vom Schwerpunkt des Teilabschnittes zum unteren Rand der Untersuchungsstrecke, Strom-km 1921) und dem Abriebbeiwert ( $a_w=0,0075 \text{ km}^{-1}$ ) ermittelten Faktor zur Berücksichtigung der Abriebverluste

$GA'(i)$  rechnerische durchschnittliche Jahres-Geschiebeausträge der einzelnen Teilabschnitte, bezogen auf den unteren Rand der Untersuchungsstrecke, Strom-km 1921), also unter Abzug der Abriebverluste

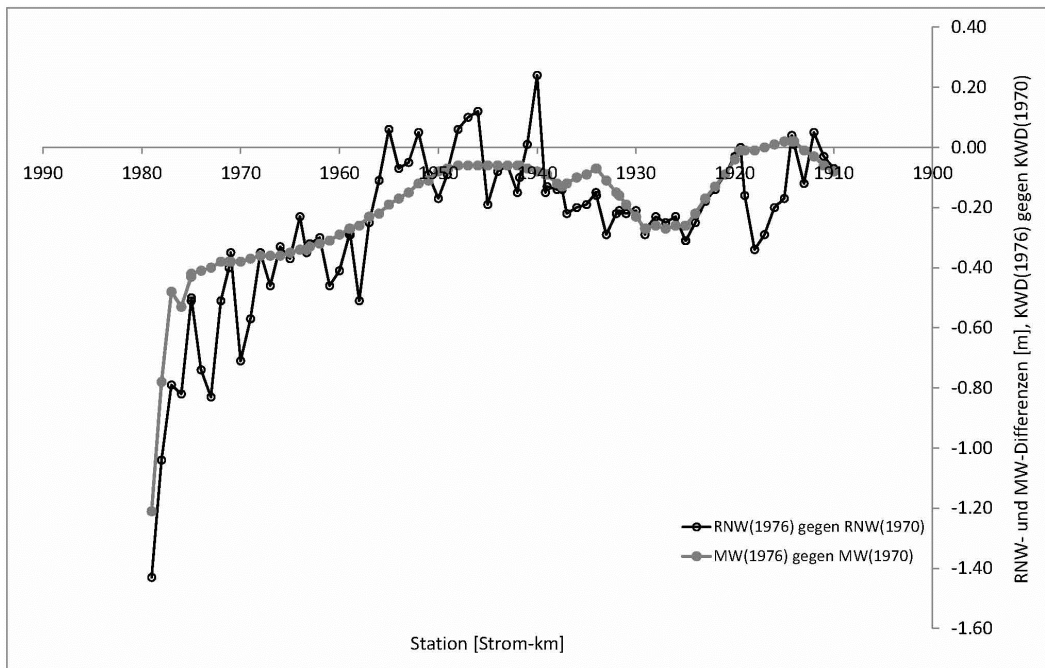


Abb. 7a: RNW- und MW-Veränderungen zwischen Strom-km 1980 (ab dem Jahr 1976: Kraftwerk Altenwörth) und Strom-km 1910 (heutiger unterer Rand der der VHP-Erhaltungsstrecke) im Vergleich zwischen dem Zustand gem. KWD(1970) und dem Zustand gem. KWD(1976).

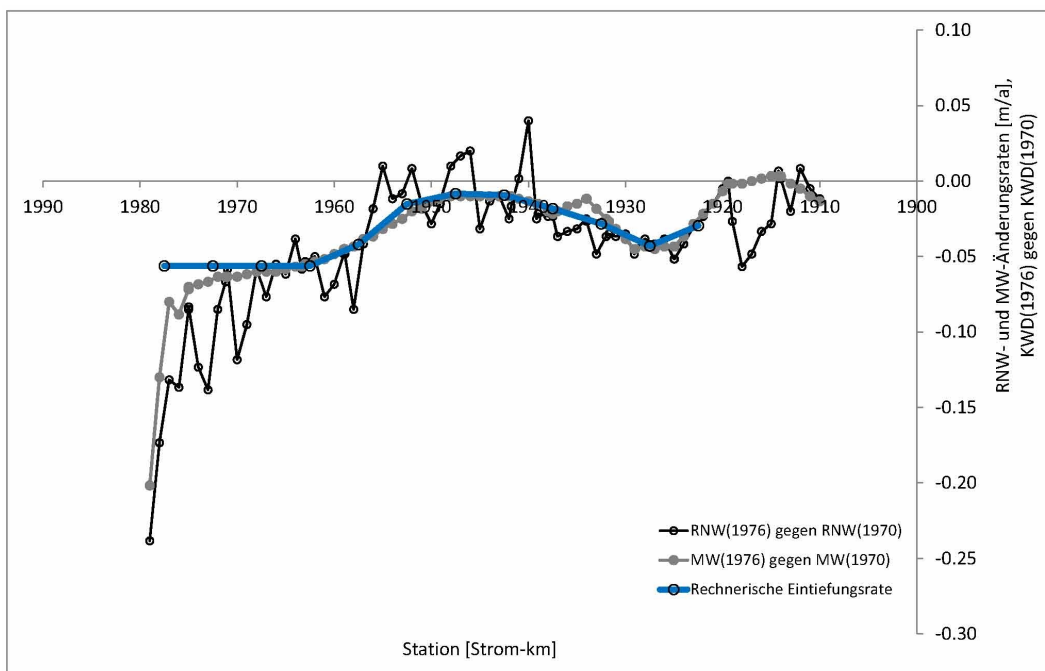


Abb. 7b: Aus dem Vergleich zwischen KWD(1970) und KWD(1976) abgeleitete bzw. rechnerisch angesetzte Eintiefungsraten für die Strecke zwischen Strom-km 1980 (ab dem Jahr 1976: Kraftwerk Altenwörth) und Strom-km 1910 (heutiger unterer Rand der der VHP-Erhaltungsstrecke) und den Zeitraum zwischen 1970 und 1976, also vor Errichtung des Kraftwerkes Greifenstein.

Das Ergebnis  $\Delta m_{Gesamt}$  liegt (bei Aufsummierung der Strecke bis zu Strom-km 1921) bei rd. 299'000 m<sup>3</sup>/a. Dieser Wert berücksichtigt – ganz im Sinn der Fragestellung – die Summenwirkung aus den Kraftwerken Greifenstein und Freudenau.

Unter Abzug der bisherigen Zugabemenge (für den Effekt des Kraftwerkes Freudenau) von rd. 190'000 m<sup>3</sup>/a ergibt sich eine **zusätzliche Zugabemenge** von rd. 109'000 m<sup>3</sup>/a.



Bezieht man die Gesamtmenge auf eine bereits erhöhte Zugabemenge (für den Effekt des Kraftwerkes Freudenau) von 220'000 m<sup>3</sup>/a, dann ist die **zusätzliche Zugabemenge** mit rd. 79'000 m<sup>3</sup>/a einzuschätzen.

- Im Rahmen der Genehmigung zum Kraftwerk Freudenau wurden auch die Geschiebeausträge der Erhaltungsstrecke (Strom-km 1921 bis 1910) berücksichtigt; wendet man diesen Grundsatz auch auf die Verhältnisse im Zeitraum 1970 bis 1976 an (vgl. Tab. 1, die letzten drei Zeilen), dann erhält man einen zusätzlichen Betrag von ca. 22'450 m<sup>3</sup>/a (für den Grundsatzbescheid wurden in diesem Zusammenhang 30'000 m<sup>3</sup>/a angesetzt) und letztlich eine Gesamt-Zugabemenge  $\Delta m_{Gesamt}$  von ca. 322'000 m<sup>3</sup>/a. Unter Abzug der Zugabemenge für den Effekt des Kraftwerkes Freudenau von rd. 190'000 m<sup>3</sup>/a (bisheriger Wert) bzw. von rd. 220'000 m<sup>3</sup>/a (bereits modifizierter Wert) ergibt sich damit eine **zusätzliche Zugabemenge** von rd. 156'000 m<sup>3</sup>/a bzw. 126'000 m<sup>3</sup>/a.

Eine Übersicht über die Rechenergebnisse für die verschiedenen Szenarien (mit / ohne Geschiebeaustrag aus der Erhaltungsstrecke; Differenz bezogen auf bisherige Zugabemenge / auf bereits modifizierte Zugabemenge) gibt Tab. 2:

**TABELLE 2: ÜBERSICHT ZU DEN RECHENERGEBNISSEN**

		Berücksichtigung aller Geschiebeausträge (Strom-km 1980 bis 1921)	Berücksichtigung aller Geschiebeausträge und zusätzlich VHP-Erhaltungsstrecke (Strom-km 1980 bis 1910)
Gesamtmenge =		<b>299'000 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>322'000 m<sup>3</sup>/a</b>
Zusätzliche Zugabemengen	Differenz gegenüber der bisherigen mittleren Zugabemenge (190'000 m <sup>3</sup> /a)	<b>109'000 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>132'000 m<sup>3</sup>/a</b>
	Differenz gegenüber einer bereits modifizierten mittleren Zugabemenge (220'000 m <sup>3</sup> /a)	<b>79'000 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>102'000 m<sup>3</sup>/a</b>

Die hier (auch in ihren Details) angegebene rechnerische Abschätzung zielt nicht auf die Frage nach allfälligen Ursachen der Sohlerosion, wie sie im Tullner Feld und in Wien in den 1970er-Jahren (bzw. auch bis zum Vollstau des Kraftwerkes Greifenstein, 1984) wirksam waren. Entscheidend ist einzig, dass dieser Geschiebeaustrag im Zustand vor Errichtung der beiden Donaukraftwerke Greifenstein und Freudenau (Ausgangszustand) gegeben war und der Unterliegerstrecke (stromab von Strom-km 1921) zur Verfügung stand, zweitens, dass dieser Geschiebeaustrag der Unterliegerstrecke (stromab von Strom-km 1921) durch die beiden Kraftwerke und im Vergleich mit dem Ausgangszustand entzogen wurden bzw. nur teilweise (zu rd. 59%) durch die laufenden Geschiebezugaben kompensiert werden, eben weil bislang nur ein Teil der damals geschiebezuliefernden Strecke berücksichtigt wird.

Wir führen hier auch an, dass in dieser rechnerischen Abschätzung **verschiedene Annahmen zu Gunsten der VHP** (also im Sinn tendenziell geringerer Gesamtzugabemengen) angesetzt wurden und damit keineswegs eine theoretische Obergrenze ermittelt wurde:

1. für die für den Geschiebeaustrag relevante Breite setzen wir einheitlich 200 m, in Übereinstimmung mit den Annahmen zur Staustufe Freudenau (Grundsatzbescheid), während

- für das Tullner Feld (in Analogie zur Strecke östlich von Wien) durchaus ein etwas höherer Wert (etwa 220 m; vgl. Klasz et al., 2016) argumentiert werden könnte<sup>27</sup>;
2. für die Eintiefungsraten werden Mittelwerte aus den (etwas geringeren) MW-Differenzen und den RNW-Differenzen gebildet und verwendet, obwohl an sich durchaus die Verwendung der (um etwa 17% höheren) RNW-Differenzen argumentiert werden könnte;
  3. die stärksten Eintiefungen im obersten Teilabschnitt (Strom-km 1980 bis 1965) werden nicht für die Ermittlung der Sohländerungsraten in Rechnung gestellt, es wird dort der (deutlich geringere) Wert für die Teilstrecke Strom-km 1965-1960 angesetzt, zumal diese höheren Eintiefungen im obersten Abschnitt offensichtlich mit dem Bau des Kraftwerkes Altenwörth in Verbindung standen (künstliche UW-Eintiefung). Es wäre allerdings durchaus argumentierbar, solche lokal erhöhten Werte, die ja auch vom Kraftwerksbetreiber verursacht wurden und letztlich zu einer Abnahme des Geschiebeaustrages geführt haben (wenn das Geschiebe etwa durch Baggerungen entzogen wurde!), in Rechnung zu stellen.
  4. Die Wahl des Bezugszeitraums (1970 gegen 1976) bringt mit sich, dass die weitere Verschlechterung durch die Inbetriebnahme des Kraftwerkes Altenwörth auf die betrachtete Strecke nicht in Rechnung gestellt wird; mit anderen Worten: es ist zu erwarten, dass die Erosionsraten stromab von Strom-km 1980 nach dem Jahr 1976 weiter zugenommen haben, und damit auch die zu berücksichtigenden Geschiebeausträge, dies kann aber durch vorliegende hydrographische Daten nicht belegt werden (die nächsten KWD(1985) bilden für diese Strecke bereits den Stau vom Kraftwerk Greifenstein ab).
  5. in der obigen rechnerischen Abschätzung wird lediglich die Strecke bis zum heutigen Kraftwerk Altenwörth (Strom-km 1980) berücksichtigt, es waren damals aber auch Geschiebeeinträge aus dem Abschnitt weiter stromauf (also dem heutigen Staauraum von Altenwörth) wirksam, und auch diese Geschiebeausträge, die also hier nicht in Rechnung gestellt werden, wurden und werden durch den Kraftwerksbetreiber der Strecke östlich von Wien entzogen.
  6. es wird hier (mit  $a_w=0,01 \text{ km}^{-1}$ ) ein höherer Abriebbeiwert (und damit höhere Abriebverluste) angesetzt als aktuell vom wasserbautechnischen Sachverständigen, der in BMLFUW (2017) unter Berücksichtigung einiger in der Fachliteratur genannter Werte mit  $a_w=0,0075 \text{ km}^{-1}$  rechnet.

## 6.2 ZUR FRAGE DER ABGRENZUNG DER BEITRÄGE SEITENS REPUBLIK ÖSTERREICH (VIA DONAU) GEGEN JENE DES KRAFTWERKBETREIBERS (VHP)

In den letzten Jahren wurden seitens der via donau durch Optimierungen bei der Instandhaltung (Geschieberückführungen; vgl. Referat Simoner, Oktober 2016 und Pkt. 3.1, Textbeitrag via donau, BMLFUW 2017) nennenswerte Verbesserungen zur Sohlstabilität östlich von Wien erzielt.

---

<sup>27</sup> Im wasserrechtlichen Grundsatzbescheid zum Kraftwerk Freudenau wird diesbezüglich die Mittelwasserbreite für relevant bezeichnet: „[...] wobei näherungsweise angenommen werden kann, dass die Wasserspiegeländerungen mit der mittleren Sohländerung über die gesamte Breite des Mittelwasserbettes ident ist“ (Oberste Wasserrechtsbehörde, S. 188; Hervorhebungen durch Unterstreichung im Zuge dieser Bearbeitung) und es werden dort auch, zumindest im Sinn einer Sensitivitätsuntersuchung selbst für Wien Breiten von 250 m (statt 200 m) gesetzt.

In diesem Zusammenhang könnte die Frage aufgeworfen werden, ob es nicht ausreicht, wenn diese Bemühungen weiter geführt und intensiviert werden, ob es denn dann tatsächlich erforderlich wäre, dem Kraftwerksbetreiber unter Berufung auf das Verursacherprinzip Ausgleichsmaßnahmen (zusätzliche Kieszugaben) zur Kompensation der von ihm bewirkten nachteiligen Auswirkungen vorzuschreiben.

Aus Sicht des Nationalparks und anderer, ebenfalls an der Sohlstabilität interessierter Parteien, gleichzeitig aber auch aus umweltökonomischer und wasserwirtschaftlicher Sicht, sind die folgenden beiden Grundsätze relevant:

- 1. Verbindlichkeit einer Lösung:** Die sehr erfreulichen Verbesserungen seitens der via donau, die ja auch mit zusätzlichen und laufenden Kosten verbunden sind, beruhen auf Freiwilligkeit. Sie können durch budgetäre Sparzwänge oder durch einen Wechsel (oder Umdenkprozess) bei den verantwortlichen Personen jederzeit wieder reduziert oder eingestellt werden. Im Protokoll zur 1. Sitzung der Arbeitsgruppe (BMLFUW, 2017, S. 29) findet man diesbezüglich den Hinweis: „Von der via donau wurde ausgeführt, dass für heuer finanzielle Mittel für die Weiterführung der bisherigen Projekte vorhanden sind. Für eine mittelfristige Planung könne allerdings kein Versprechen abgegeben werden, es wird aber zugesichert, sich für die Weiterführung und Erweiterung von Projekten einzusetzen“. **Aus Sicht des Nationalparks muss in dieser Frage jedoch eine rechtlich verbindliche Lösung** erzielt werden.
- 2. Verursacherprinzip:** Aus volkswirtschaftlicher bzw. umweltökonomischer Sicht wäre nicht einzusehen, weshalb die Republik Österreich (letztlich „der Steuerzahler“) für nachteilige Wirkungen aus der Tätigkeit eines Dritten, hier eines börsennotierten Konzerns, aufkommen soll. Das Problem externer Kosten ist in der Umweltökonomie (auch in der Umweltpolitik) sehr verbreitert, und allgemein wird dafür das Verursacherprinzip als relevant gesehen, also die **Internalisierung der externen Kosten**, und im vorliegenden Fall ist über das WRG (§21a in Verbindung mit anderen Bestimmungen) auch das gesetzliche Instrumentarium dafür gegeben.

### **6.3 ZU DEN WIDERSPRÜCHEN ZWISCHEN DEN HIER UND DEN IN BMLFUW (2017), PKT. 6.1 GEZOGENEN SCHLÜSSEN**

Im Resümeprotokoll zur 1. Sitzung (BMLFUW, 2017) wird unter Pkt. 6.1 ausgeführt, „dass durch die Geschiebezugabe der VHP bereits die nachteilige Auswirkung der beiden Kraftwerke Greifenstein und Freudenua kompensiert wird (tatsächlich gibt es sogar eine leichte Überkompensation)“, was ganz offensichtlich in direktem Widerspruch zu den unter Pkt. 6.1 beschriebenen Überlegungen und Ergebnissen steht. In diesem Zusammenhang sind zwei grundsätzliche Einwände zu nennen:

- 1.** Diese Schlussfolgerung in BMLFUW (2017) beruht auf einer Reihe von Annahmen und Modellvorstellungen, die aus unserer Sicht den Charakter von Ad-Hoc-Hypothesen, die zumindest teilweise unüberprüft und teilweise sogar unüberprüfbar sind, haben.
- 2.** Im Besonderen werden dabei aber die Logik und die Grundsätze, nach denen die Wasserrechtsbehörde im Zuge des Genehmigungsverfahrens zum Kraftwerk Freudenua vorgegangen ist, negiert, diese Überlegungen fallen gewissermaßen hinter dem Stand der damaligen Methodik und Logik zurück (sh. auch Pkt. 4.2).

#### **ZU PKT. (1):**

Im Folgenden werden einige der aus unserer Sicht problematischen Hypothesen genannt, wobei in einzelnen Punkten auf die bereits unter Pkt. 4.1 angesprochene Aspekte aufgebaut wird:

- (1.1) Es wird eine lineare (dreiecksförmige) Verteilung bzw. ein im Längsverlauf dreiecksförmiger Erosionskeil angenommen.
- (1.2) Es wird für den Zeitraum vor der Errichtung der Staustufe Greifenstein und für die Strecke stromab der VHP-Erhaltungsstrecke in Übereinstimmung mit dem vermuteten heutigen Wert ein Geschiebetransport von 300'000 m<sup>3</sup>/Jahr unterstellt.
- (1.3) Es wird vorausgesetzt, dass mit einer durchschnittlichen Zugabe von 200'000 bis 220'000 m<sup>3</sup>/Jahr ein dauerhaftes Gleichgewicht in der Erhaltungsstrecke hergestellt werden kann.
- (1.4) Es wird (im Detail unter Verwendung verschiedener weiterer Hypothesen) eine „natürliche Eintiefung ohne Kraftwerkseinfluss“ von 1,3 cm/Jahr „als gesichert angesehen“.
- (1.5) Es wird für den Zeitraum zwischen 1996 und 2010 eine korrigierte Eintiefungsrate (ohne Baggerung) von 1,1 cm/Jahr angenommen;
- (1.6) Es wird unterstellt, dass die obenliegenden Kraftwerke (stromauf des Kraftwerkes Greifenstein) „mit Sicherheit keine Auswirkungen auf die Eintiefung soweit stromab“ hätten.

**Zu Pkt. (1.1):** Diese Hypothese ist (wie auch in BMLFUW 2017, Pkt. 6.1 angemerkt) eine grobe Modellvorstellung. Aus theoretischer Sicht könnte eher eine zwar grundsätzlich degressive, aber nicht eine lineare, sondern eine asymptotisch gegen null gehende Abnahme der Erosionsraten in Fließrichtung (im Sinn einer Exponentialfunktion mit negativem Exponenten) argumentiert werden. Diese Frage könnte aus den Daten (bzw. ggf. auch mittels numerischer Berechnungen) grundsätzlich geprüft und geklärt werden. Wir sehen jedenfalls für den Zeitraum zwischen 1970 und 1985 (vgl. Abb. 3) und das in dieser Phase durch das Kraftwerk Altenwörth gegebene Geschiebedefizit eine klar erkennbare und starke Abweichung von dieser Modellvorstellung eines linear-dreiecksförmigen Erosionskeiles.

**Zu Pkt. (1.2):** Diese Hypothese ist unüberprüft und mit heutigen Mitteln (leider!) unüberprüfbar; wir sehen aber plausible und relevante Gründe dafür, dass der Geschiebetransport früher (also vor dem Kraftwerksbau bis in die 1960er- und 1970er-Jahre) höher als heute war. Ehrenberger (1931, 1940)<sup>28</sup> nennt (für Wien und das Jahr 1930/1931) auf Basis von Fangkorbmessungen einen Wert von 656'000 m<sup>3</sup>/Jahr; Schoklitsch (1934)<sup>29</sup> gibt (für Wien und ein mittleres Jahr) auf Basis von Berechnungen ein Transportvermögen von 526'000 m<sup>3</sup>/Jahr an. Gruber (1969)<sup>30</sup> nennt (für 1957/1961 und Bad Dt. Altenberg) auf Basis einer Bilanzierung eine zu erwartende Geschiebefracht von 497'000 m<sup>3</sup>/Jahr. Schmutterer (1961)<sup>31</sup> führt (für Bad Dt. Altenburg; mittlere Jahresgeschiebefracht) auf Basis von Fangkorbmessungen einen Wert von 600'000 m<sup>3</sup>/Jahr an. Und schließlich nennt Kresser (1987)<sup>32</sup> auf Basis von Querprofilvergleichen und anderer Informationen (für Wien und als Durchschnittswert) einen Geschiebeaustrag von 400'000 m<sup>3</sup>/Jahr.

---

<sup>28</sup> Ehrenberger (1931): Direkte Geschiebemessungen an der Donau bei Wien und deren bisherige Ergebnisse; Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; Sonderabdruck aus: „Die Wasserwirtschaft“, Heft 34.

Ehrenberger (1942): Geschiebetrieb und Geschiebefracht der Donau in Wien auf Grund direkter Messungen; Wasserkraft und Wasserwirtschaft 37, Heft 12;

<sup>29</sup> Schoklitsch (1934): Der Geschiebetrieb und die Geschiebefracht; Wasserkraft und Wasserwirtschaft, Heft 4 - 1934; zitiert aus: Ehrenberger (1942).

<sup>30</sup> Gruber (1969): Gewässerkunde und Hydrografie im Bundesstrombauamt; Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 21 – Heft 1/2 – 1969.

<sup>31</sup> Schmutterer (1961): Geschiebe- und Schwebstoffführung der österreichischen Donau; Wasser und Abwasser – 1961

<sup>32</sup> Kresser, W. (1987): Auswirkungen des geplanten KW Wien auf den Geschiebetrieb und die Sohlstabilität der Donau im Bereich stromab von Greifenstein; Gutachten; Wien.

Es fällt auf, dass alle „alten“ Werte deutlich über den heutigen Schätzwerten (von rd. 300'000 bis 350'000 m<sup>3</sup>/Jahr) lagen. Man könnte unterstellen, diese Werte wären eben generell falsch gewesen und nur die „heutigen“ Werte können (im Rahmen üblicher Unschärfen) zutreffen. Wir sehen hingegen **keinen grundsätzlichen Widerspruch zwischen den früheren, höheren und den heutigen, tieferen Werten**, und zwar dann, wenn man voraussetzt, dass das Geschiebe früher (etwas) feinkörniger als das heutige Bettmaterial war. Der Begriff des „Geschiebetransportvermögens“ ist nämlich nur dann sinnvoll anwendbar, wenn man ihn auf eine definierte Korngröße bzw. Kornverteilung bezieht (anders gesagt: es gibt kein generelles und von der Korngröße unabhängiges Transportvermögen!). Früher (bis in die 1960er- und 1970er-Jahre) wurde das Geschiebe primär aus der Oberliegerstrecke und aus den Zubringern (Inn, Enns usw.) gedeckt, und dieses Material wurde über lange Strecken durch Abrieb (und Sortierung) verkleinert. Heute wird das Geschiebe in der Strecke östlich von Wien hauptsächlich aus (dem mutmaßlich deutlich gröberen) Bettmaterial gedeckt; das trifft auch für das Material aus der Wachau zu (vgl. Pkt. 5.3). Das Phänomen ist für Kiesflüsse allgemein bekannt (vgl. Pkt. 5.3; im Besonderen mit Verweis auf die Veröffentlichung von Lisle, 1995), und wurde für die Strecke östlich von Wien bereits von Gruber (1969) vermutet: *„Da die Geschiebemessungen im selben Stromabschnitt erfolgten, keine künstlichen Veränderungen des Strombettes zu verzeichnen sind, dasselbe Gerät verwendet und praktisch das gleiche Messteam eingesetzt wurde, kann diese Vergröberung des Geschiebes nur auf eine Änderung der morphologischen Verhältnisse zurückgeführt werden. Als auslösendes Element kommt in erster Linie die Stauerrichtung Ybbs-Persenbeug in Betracht. Dieses Kraftwerk unterbricht praktisch den Geschiebefluss der Donau vollkommen. Der überwiegende Teil der Geschiebefracht in Bad Deutsch-Altenburg stammt daher heute aus der Stromsohle zwischen Ybbs und der Messstelle. Da in der Vergangenheit verständlicherweise nur das gröbere Material zur Ablagerung kam, hat das aus der Erosion stammende Geschiebe einen größeren Durchmesser. Der Abrieb in der nun kürzeren Laufstrecke unterhalb Ybbs-Persenbeug ist außerdem kleiner. Auch das von den niederösterreichischen Zubringern in den Strom gebrachte Geschiebe ist von überdurchschnittlicher Abmessung. Es fehlt das einem stärkeren Abrieb unterworfenen Korn aus dem oberösterreichischen Raum.“* In diese Richtung deuten im Übrigen auch die Angaben zum mittleren Korndurchmesser des damaligen Geschiebes: Ehrenberger (1931, 1940) gibt dafür einen D<sub>50</sub> von ca. 7,5 mm an; Schmutterer (1961) nennt für Bad Dt. Altenburg einen maßgebenden Korndurchmesser von 13 mm, dieses Material war also deutlich feinkörniger und damit auch mobiler als das heutige, primär aus dem Bett stammende Geschiebe (vgl. auch Pkt. 5.1 und im Besonderen Abb. 5).

Aus all diesen Gründen scheint wahrscheinlich, dass die heutigen Befunde zum Geschiebetransport (östlich von Wien) nicht unmittelbar auf den Zustand vor einigen Jahrzehnten übertragen werden können.

**Zu Pkt. (1.4):** Die Annahme einer „natürliche Eintiefung ohne Kraftwerkseinfluss“ von 1,3 cm/Jahr baut auf Auswertungen auf, die in Tab. 3 (BMLFUW, 2017) zusammengefasst werden; der genannte Wert entspricht dem Zeitraum 1970 bis 1985. Es ist aber aus fachlicher Sicht nicht einzusehen, weshalb dafür nicht der Wert für den Zeitraum von 1956 bis 1970, der mit 0,3 cm/Jahr wesentlich tiefer lag, herangezogen wird. Auch die Werte für die Perioden 1895/1925, 1925/1950 und 1949/1956, für die wegen der nicht bekannten Baggeranteile keine „korrigierten Werte“ angeführt wurden, müssen mit Sicherheit entscheidend tiefer als die 1,3 cm/Jahr gewesen sein, nämlich zwischen 0,5 und 0,8 cm/Jahr bzw. sogar etwas tiefer, falls es auch damals Baggerungen gab.

Es gibt aber zumindest zwei Gründe, weshalb die Zeitperiode zwischen 1970 und 1985 für die Abschätzung der „natürliche Eintiefung ohne Kraftwerkseinfluss“ **nicht verwendet werden sollte:**

- in den 1970er- und frühen 1980er-Jahre gab es im unteren Teilabschnitt massive Eintiefungen durch **rückschreitende Erosion**, die durch Baggerungen im Bereich Bratislava ausgelöst wurden, vgl. Pkt. 4.1 und Kresser (1988); diese Sonderentwicklung, die nichts mit einer „natürlichen Eintiefung“ zu tun hatte, wirkte sich zumindest bis etwa Strom-km 1890 (etwa querab Petronell) aus (vgl. Abb. 3 und Abb. 8), und verfälscht den Mittelwert, der in BMLFUW (2017) für den

Abschnitt zwischen Strom-km 1921 und 1880 (Marchmündung) ermittelt wurde, stark; daher ist der angegebene Wert von 1,3 cm/Jahr für diese Frage einer „natürlichen Eintiefung“ definitiv falsch<sup>33</sup>.

- darüber hinausgehend hat sich in der Zeitperiode zwischen 1970 und 1985 ganz offensichtlich der Einfluss der Kraftwerke in der Oberliegerstrecke bereits auszuwirken begonnen (1958 Vollstau am Kraftwerk Ybbs-Persenbeug), vgl. auch Pkt. 6.4 und vgl. auch das Zitat Gruber (1969) weiter oben. Es wäre daher auch aus dieser Sicht wesentlich sinnvoller, die Zeitperiode 1956 bis 1970 (statt jener zwischen 1970 und 1985) heranzuziehen; und umgekehrt: es gibt keinen Grund, für die Ermittlung einer „natürlichen Eintiefung“ (wenn man dieser an sich entbehrlichen Fragestellung folgt)<sup>34</sup>, nicht den noch am ehesten wenig beeinflussten früheren Zeitraum zu verwenden.

Das gesamte hier beschriebene Problem betrifft nicht nur die Phase zwischen 1970 und 1985, sondern auch die Werte für den Zeitschritt zwischen 1985 und 1996; die rückschreitende Erosion war ja im Jahr 1985 noch nicht abgeklungen. Es kann allerdings vermutet werden, dass die Wirkung dieses Sondereffekts im Lauf der Zeit abgenommen hat, doch müssen auch die für diese Periode in Tab. 3 angegebenen Erosionsraten grundsätzlich zu hoch sein.

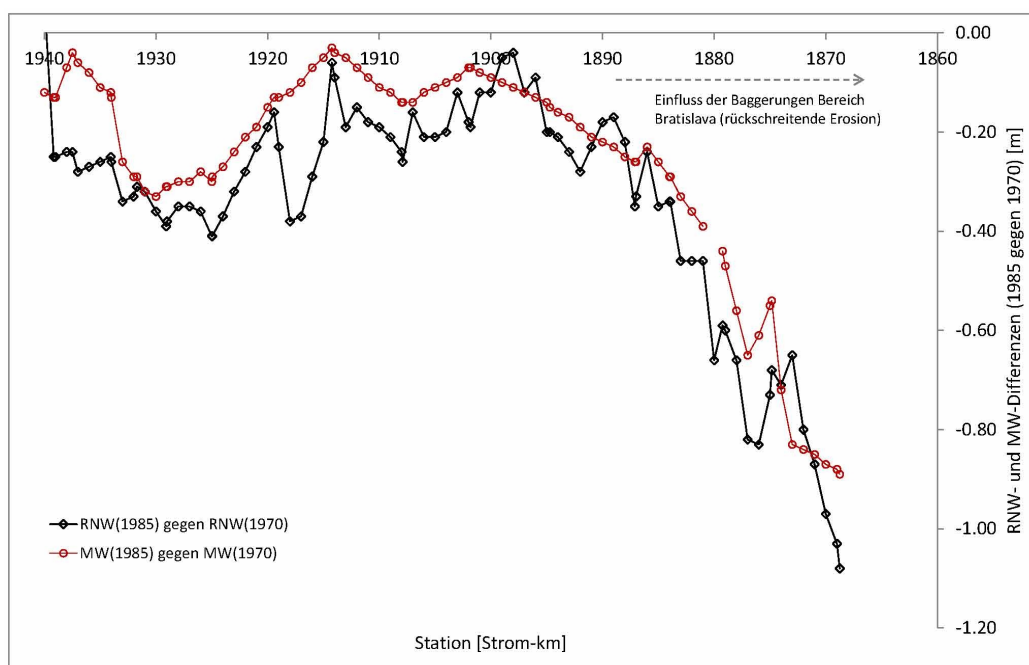


Abb. 8: Differenzen zwischen KWD(1970) und KWD(1985). Man erkennt den Einfluss der rückschreitenden Erosion (durch Baggerungen im Raum Bratislava) als Sonderentwicklung für den untersten Teilabschnitt (stromab von etwa Strom-km 1890).

**Zu Pkt. (1.5):** Umgekehrt ist zu vermuten, dass die Eintiefungsraten der Periode 1996 bis 2010 durch örtliche und zeitliche Sondereffekte abgemindert wurden, dass also die mit den in Tab. 3 angegebenen Werten (im Besonderen mit den Wert von 1,1 cm/Jahr für die „Eintiefung ohne Baggerung“ und letztlich auch für die 2,8 cm/Jahr für die „Eintiefung ohne Baggerungen und ohne Geschiebezugaben“) zu einer Unterschätzung der Eintiefung führen.

<sup>33</sup> Man kann eine Korrektur versuchen, indem man den Mittelwert nicht bis Strom-km 1880 bildet, sondern nur zwischen Strom-km 1921 und 1890, wodurch der durch rückschreitende Erosion beeinflusste Teilabschnitt ausgespart bleibt. Damit erhält man eine Gesamteintiefungsrate von etwa 1,26 cm/Jahr (statt 1,7 cm/Jahr) und unter Einrechnung des Baggeranteils eine „Eintiefungsrate ohne Baggerung“ von rd. 0,9 cm/Jahr.

<sup>34</sup> Vgl. Pkt. 4.2.

Solche Sondereffekte, die nichts mit der „natürlichen Eintiefung“ zu tun haben, sind (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- der Einfluss des Einstaues von Gabčíkovo im untersten Teil der Strecke (das ist in gewisser Weise eine zur rückschreitenden Erosion reziproke Situation);
- der beginnende Einfluss der Geschieberückführungen durch die Donau;
- der temporäre und lokale Geschieberückhalt im Bereich Witzelsdorf (vgl. auch Abb. 1) durch das dortige Pilotprojekt (2007 bis 2009);
- das Extremhochwasser im August 2002 (annähernd ein HQ<sub>100</sub>), das mutmaßlich mit einem stärkeren Geschiebeeintrag aus dem Stauraum Freudenau in unsere Strecke verbunden war<sup>35</sup>.

Es ist nicht unsere Absicht, jede der genannten problematischen Modellannahmen und Hypothesen im Einzelnen zu widerlegen oder durch „bessere“ Hypothesen zu ersetzen. Es ist aber wichtig, sich bewusst zu machen, dass für die unter Pkt. 6.1, BMLFUW (2017) aufgebaute Argumentation diese – und im Übrigen auch noch andere – Hypothesen vorausgesetzt werden müssen und dass diese Hypothesen teilweise noch ungeprüft, teilweise (heute) grundsätzlich unüberprüfbar (z.B. das Geschiebetransportvermögen in früheren Zeiträumen) und teilweise sogar nachweisbar falsch (der Wert von 1,3 cm/Jahr für die „natürliche Eintiefung ohne Kraftwerk“) sind.

All diese problematischen Annahmen und Ad-hoc-Hypothesen sind jedoch überhaupt nicht erforderlich, wenn sich die Behörde an jene Grundsätze und Methodik hält, die sie für die Genehmigung des Kraftwerkes Freudenau selbst entwickelt und vorgegeben hat!

#### **ZU PKT. (2):**

Die wesentlichen Argumente wurden bereits zuvor und speziell unter Pkt. 4.2 und Pkt. 6.1 genannt. Entscheidend ist jedenfalls, dass eine solche Vorgangsweise

- die kausal unmittelbare und unbestreitbare und auch nicht durch andere Faktoren überlagerte Wirkung eines Staumes (Geschieberückhalt bzw. Verhinderung von Geschiebeausströmungen) zur Grundlage hat;
- auch keine besonders unsicheren Annahmen oder Ad-hoc-Hypothesen benötigt<sup>36</sup>;

---

<sup>35</sup> Solche Geschiebeeinträge werden es mutmaßlich immer wieder geben, wenn der Stau weitgehend oder vollständig „gelegt“ wird; diese Wirkung muss also „im Durchschnitt“ in den Daten bereits abgebildet werden und wird wohl auch sehr gering sein. In dieser Überlegung geht es speziell darum, dass es im Untersuchungszeitraum eben ein außergewöhnlich starkes Einzelereignis gab, das diesbezüglich eine Abweichung gegenüber dem Durchschnitt liefert.

Eine ganz ähnliche Überlegung ist dann auch auf das Extremhochwasser im Juni 2013 anzuwenden; dies könnte ein Faktor für die sehr günstigen Geschiebe-Bilanzen der Donau für die Periode 2015 gegen 2010 sein (vgl. Abb. 2 in BMLFUW, 2017, Textbeitrag Donau); auf diese Aspekte wird in dieser Stellungnahme nicht im Detail eingegangen, weil sie für die Fragestellung von untergeordneter Bedeutung sind.

<sup>36</sup> Eine Ausnahme liegt in der Abschätzung der Abriebverluste; dieser Einfluss ist aber bei der in Kap. 6.1 des BMLFUW (2017) angewandten Methodik auch wirksam. Im Übrigen ist der Abriebbeiwert durch Literaturangaben und Auswertungen von Korngrößenparametern im Längsverlauf des Flusses grundsätzlich gut eingrenzbar.

- und über das Genehmigungsverfahren zum Kraftwerk (Grundsatzbescheid 1991) als bewährt und anerkannt gelten kann.

#### 6.4 EINE ALTERNATIVE INTERPRETATION DER TAB. 3 IN BMLFUW (2017)

In Tab. 3 des Resümeeprotokolls (BMLFUW, 2017) werden Eintiefungsraten für verschiedene Untersuchungszeiträume und Ursachenkategorien aufgelistet. Wir halten, wie bereits unter Pkt. 6.3 begründet, einzelne Werte für stärker und nachweisbar fehlerbehaftet (speziell den Wert von 1,3 cm/Jahr für den Zeitraum 1970 bis 1985), aber selbst wenn wir deren volle Gültigkeit voraussetzen, liefern diese Werte immer noch eine Interpretation ganz im Sinn unserer sonstigen Argumentation, was den Einfluss der stromauf von Wien liegenden Donaukraftwerke betrifft:

- Die Zunahme der Eintiefungsraten von 0,3 cm/Jahr (Eintiefung ohne Baggerungen) für die Periode 1956/1970 (bzw. auch der anderen Eintiefungsraten für die Perioden zuvor) auf zunächst 1,3 cm/Jahr (tatsächlich eher 0,9 cm/a, vgl. Pkt. 6.3) und dann weiter auf etwa 2,8 cm/a kann weder auf zusätzliche Baggerungen zurückgeführt werden (denn die wurden ja bereits heraus gerechnet), noch auf die Regulierung (denn dieser Einfluss muss ja schon zwischen 1895 und 1970 voll wirksam gewesen sein). Diese Zunahme muss also die Maßnahmen in der Oberliegerstrecke (also die dortigen Kraftwerksbauten) widerspiegeln.
- Die grundsätzlich zeitlich zunehmende Eintiefungstendenz entspricht dem örtlichen Näherrücken der Stauräume. Zusätzlich ist aber die Trägheit des Geschiebehaushaltes der Donau (d.h. die Reaktionszeiten) zu berücksichtigen. Für den Zeitraum 1956/1970 war östlich von Wien offensichtlich noch kein Einfluss spürbar; in der Phase 1970 bis 1985 hat dieser Einfluss allmählich eingesetzt und zugenommen.

Geht man, ohne Widerspruch zu Tab. 3, von einem Grundwert der „natürlichen Eintiefung“ (ohne Baggereinflüsse) von 0,3 cm/Jahr aus und auch vom Wert 2,8 cm/a für den letzten Zeitraum, dann erhält man mit zusätzlichen geometrischen Annahmen (250 m Breite; 41 km Länge)<sup>37</sup> einen **durch die Summe aller stromauf liegenden Kraftwerke bedingten zusätzlichen Geschiebeaustrag** von:

$$GA_{\Sigma\text{Kraftwerke}} = \frac{2,8-0,3}{100} \cdot 250 \cdot 41000 = 256'000 \text{ m}^3/\text{Jahr} \quad (\text{Gl. 3})$$

was immer noch deutlich über den bisher zugegebenen 190'000 m<sup>3</sup>/Jahr wäre.

Würde dieser Geschiebeaustrag (in Übereinstimmung mit der bisherigen Praxis) nicht durch eine unmittelbare Verfüllung aller Erosionszonen über die gesamte Strecke kompensiert, sondern durch eine konzentrierte Zugabe innert der VHP-Erhaltungsstrecke (und dort auch möglichst weit stromauf), dann müssten für die **Bemessung der Zugabemengen auch die Abriebverluste zwischen Zugabe und Erosionszonen berücksichtigt und kompensiert** werden. Dafür setzen wir im Folgenden den Wert von 62'000 m<sup>3</sup>/Jahr, der in Kap. 6.1 BMLFUW (2017) ermittelt wurde, obwohl wir ihn für etwas zu gering halten<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> In Pkt. 6.1 von BMLFUW (2017) wird für ähnliche Abschätzungen eine noch größere Breite (280 m) angesetzt und auch über Überlegungen aus Fachliteratur argumentiert. Wir gehen hier (in Übereinstimmung mit dem unter Pkt. 6.1 beschriebenen Nachweis) von einem „auf der sicheren Seite liegenden“ Wert, der jedenfalls keine zu hohen Ergebnisse liefert, aus.

<sup>38</sup> Deshalb setzten wir die Abriebbeiwerte unter Pkt. 6.1 höher an, obwohl das dort aus Sicht des Nationalparks ungünstig ist. Der Unterschied liegt in der Einschätzung des Sternbergischen Abriebbeiwertes, für den in BMLFUW (2017)  $a_w=0,0075 \text{ km}^{-1}$  und von uns  $a_w=0,01 \text{ km}^{-1}$  gesetzt werden.



Man erhält letztlich – und konsistent mit den in Tab. 3 (BMLFUW, 2017) angegebenen Eintiefungsraten – eine zur Berücksichtigung des gesamten Kraftwerks-Einflusses erforderliche Zugabemenge von insgesamt

$$Zugabe_{Ges} = \frac{2,8-0,3}{100} \cdot 250 \cdot 41000 + 62000 = 318'000 \text{ m}^3/\text{Jahr} \quad (\text{Gl. 4})$$

was bemerkenswert knapp an dem unter Pkt. 6.1 genannten Ergebnis (322'000 m<sup>3</sup>/Jahr) liegt.

Wie bereits mehrfach begründet, halten wir den Nachweis und die Methodik gem. Pkt. 6.1 für relevant und nicht die Abschätzungen im Sinn von Kap. 6.1, BMLFUW (2017). Wir haben hier aber gezeigt, dass in den Ergebnissen zwischen beiden Methoden kein nennenswerter Unterschied besteht, solange man die „natürliche Eintiefung“ (ohne Einflüsse durch Baggerungen und Kraftwerke) nicht völlig überhöht ansetzt.

## 6.5 ZUR AUSSAGE DES VERTRETERS DER VHP IN DER 1. SITZUNG

Die unter Pkt. 7 in BMLFUW (2017) protokollierte Äußerung des Vertreters der VHP: „Die *VERBUND Hydro Power GmbH* leistet bereits die volle Kompensation für die Errichtung der Donaukraftwerke“ ist aus fachlicher Sicht und vor dem Hintergrund der unter Pkt. 6.1 und Pkt. 6.4 angegebenen Nachweise grob unzutreffend und widerlegbar. Gemessen am Gesamteffekt aller stromauf der Donau östlich von Wien befindlichen Donaukraftwerke wurden in den letzten rd. zwanzig Jahren nur rd. 59% (=190'000/320'000) zugegeben!

### VERWENDETE ABKÜRZUNGEN:

BMLFUW Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

FGP Flussbauliches Gesamtprojekt (der via donau, 2006 zur UVP eingereicht, 2016 zurückgezogen)

GW Grundwasser

KWD Kennzeichnende Wasserstände der österreichischen Donau

MW Mittelwasser

RNW Regulierungsniederwasser

UW Unterwasser

VHP Verbund Hydro Power GmbH. (Betreiber der Donaukraftwerke Freudenau, Greifenstein, Altenwörth usw.)

WRG Wasserrechtsgesetz

---

Zusätzlich müssten die Abriebverluste auch (unter Verwendung der tieferen Abriebbeiwerte) etwas höher werden, wenn die Zugabemengen auch im oberen Abschnitt höher ausfallen. Aus dieser Sicht würden wir hier eher einen Wert von 80'000 bis 90'000 m<sup>3</sup>/a für relevant halten.