

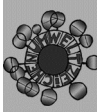
SOHLENTWICKLUNG IN DER FREIEN
FLIESSSTRECKE UNTERSTROM
KRAFTWERK FREUDENAU
ENDBERICHT

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:
BUNDESMINISTERIUM
FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS
Stubenring 1, 1010 Wien
www.bmnt.gv.at

Text und Redaktion: Abteilung I/2 und Abteilung I/5
Bildnachweis: TeilnehmerInnen der Arbeitsgruppe
Gestaltungskonzept: WIEN NORD Werbeagentur


1 Auflage



Gilt für Druckversion: Dieses Feld nicht löschen!
Dieses Feld dient als Platzhalter für die Originalversionen von Umweltzeichen, Umweltzeichentext und PEFC-Siegel. Dieser Platzhalter zeigt deren Stand und wird von der Druckerei durch die entsprechenden Originalelemente ersetzt.

Gilt für Onlineversion: Dieses Feld bitte löschen!

UW 907



PEFC recycelt
Dieses Produkt stammt aus Recycling und kontrollierten Quellen
www.pefc.at

PEFC™
PEFC 06-39-364/27

Alle Rechte vorbehalten.
Wien, Juni 2018

MITGLIEDER DER ARBEITSGRUPPE

BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS

MR Dr. Monika Eder-Paier (Leiterin)

DI Heide Müller-Rechberger

MR DI Peter Flicker

Dr. Ute Schlager

MR Dr. Peter Weilgony

Mag. Vinzenz Bammer

Mag. Gisela Ofenböck

Mag. Barbara Pillhofer

Mag. Gabriele Rinofner

DI Bernhard Schmalzer

DI Katharina Palmanshofer

STADT WIEN

Oberstadtbaurat DI Andreas Romanek

AMT DER NIEDERÖSTERREICHISCHEN LANDESREGIERUNG

DI Bernd Winkler

VERBUND HYDRO POWER GMBH

DI Dr. Roland Schmalfuss

Dr. Reinhard Drechsler

NATIONALPARK DONAU-AUEN

Mag. Carl Manzano

Dr. Christian Baumgartner

VIADONAU – ÖSTERREICHISCHE WASSERSTRABEN-GESELLSCHAFT MBH

DI Hans Peter Hasenbichler

DI Markus Simoner

Mag. Robert Tögel

Gerhard Kusebauch, BSc

ING. BÜRO KLASZ

DI Gerhard Klasz

BUNDESMINISTERIUM FÜR VERKEHR, INNOVATION UND TECHNOLOGIE

DI Vera Hofbauer

DI Christoph Hackel

INHALTSVERZEICHNIS

IMPRESSUM.....	2
MITGLIEDER DER ARBEITSGRUPPE.....	3
1 EINLEITUNG.....	6
2 AKTUELLE REGELUNG DER GESCHIEBEZUGABE UNTERHALB DES KRAFTWERKS FREUDENAU.....	7
3 ÖKOLOGISCHER ZUSTAND DER DONAU ÖSTLICH VON WIEN.....	9
4 ÖKOLOGISCH BEGRÜNDETE NOTWENDIGKEIT DIE WASSERSPIEGELLAGEN BZW. SOHLLAGEN DER DONAU IM BEREICH DES NATIONALPARKS DONAU-AUEN ZU HALTEN. 11	
5 TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN DIE SOHLEINTIEFUNG ZU STOPPEN.....	12
5.1 AUFWEITUNG DES DONAUHAUPTGERINNES	12
5.2 AUSLEITUNG HYDRAULISCH RELEVANTER ABFLUSSMENGEN	12
5.3 SOHLGURTE	12
5.4 ABPFLASTERUNG FLÄCHIG/TEPPICHTARTIG MIT DEUTLICH GRÖßEREM SOHLMATERIAL ALS DERZEIT IN DER DONAU VORHANDEN.....	13
5.5 NORMALGESCHIEBEZUGABE	13
6 SOHLENTWICKLUNG UND GESCHIEBEDEFIZIT IN DER FREIEN FLIEßSTRECKE ÖSTLICH VON WIEN.....	15
6.1 FRAGESTELLUNGEN:.....	15
6.2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE:.....	15
6.3 ZENTRALE ERGEBNISSE:.....	15
6.4 BERECHNUNGSMODELLE UND BERECHNUNGSERGEBNISSE	16
6.4.1 MODELL 1	16
6.4.1.1 Unsicherheiten	17
6.4.2 MODELL 2	18
6.5 PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE	18
6.6 AUFTEILUNG DES KRAFTWERKSBEDINGTEN GESCHIEBERÜCKHALTES AUF DAS KW FREUDENAU UND DIE OBERLIEGENDEN DONAUKRAFTWERKE (INSBESONDERE KW GREIFENSTEIN).....	20
7 KOLKE IN DER FREIEN FLIESSSTRECKE UNTERHALB KW FREUDENAU.....	21
8 EMPFEHLUNGEN	22
8.1 ALLGEMEIN:	22
8.2 UNTERWASSERSICHERUNG KW FREUDENAU (VHP):	22
8.3 GESCHIEBEMANAGEMENT VIADONAU:.....	22
8.4 GESCHIEBEMANAGEMENT GESAMTSTRECKE (KW FREUDENAU - STAATSGRENZE): 22	
8.5 MASSNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER GESCHIEBEBILANZ UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ANFORDERUNGEN DER SCHIFFFAHRT	22
8.6 MONITORING/ERFOLGSKONTROLLE GESAMTSTRECKE	23
8.7 ÜBERPRÜFUNG GESAMTKOMPENSATION GESCHIEBEDEFIZIT (WASSERRECHTSBEHÖRDE, BMNT):.....	23
9 KONKRETE WEITERE VORGANGSWEISE	24
10 BEILAGENLISTE.....	25

INHALTSVERZEICHNIS

11 ABKÜRZUNGEN UND FACHAUSDRÜCKE.....	27
TABELLENVERZEICHNIS	29

1 EINLEITUNG

AUF ERSUCHEN DES NATIONALPARKS DONAU-AUEN wurde vom BMNT die Arbeitsgruppe „Sohlentwicklung in der freien Fließstrecke unterstrom KW Freudenu“ ins Leben gerufen und Arbeitsgruppensitzungen am 1.3., 7.6., 2.8., 11.9., 25.9., 17.10., 16.11., 27.11. 2017 und am 29.1.2018 durchgeführt. Die Schwerpunkte waren:

- Aktuelle Regelungen des Geschiebemanagements im Projektbereich,
- in Umsetzung befindliche Verbesserungen des Geschiebemanagements,
- ökologische Notwendigkeit die Wasserspiegellagen im Bereich des Nationalparks Donau-Auen zu halten,
- technische Möglichkeiten die Sohleintiefung zu stoppen,
- Entwicklung der Stromsohle und Quantifizierung der mittleren jährlichen Sohlsepeicheränderung,
- Aufteilung der ermittelten Sohlsepeicheränderung auf die verschiedenen Verursacher.

Das Ziel der Arbeitsgruppe war vorhandenes Wissen und Fakten zu sammeln und konkrete Verbesserungsvorschläge zur Reduktion bzw. nach Möglichkeit die Vermeidung künftiger Sohleintiefungen im Bereich der Fließstrecke unterstrom KW Freudenu auszuarbeiten.

2 AKTUELLE REGELUNG DER GESCHIEBEZUGABE UNTERHALB DES KRAFTWERKS FREUDENAU

DIE RECHTLICHE VORGABE DER GESCHIEBEZUGABE der VHP unterstrom des KW Freudenuau war, die Auswirkungen des zur wasserrechtlichen Bewilligung anstehenden KW Freudenuau zu kompensieren. Die Zugabe erfolgt in der Erhaltungsstrecke (km 1921-1910) mit der Vorgabe, die Sohle in der Erhaltungsstrecke auf dem Stand der Referenzaufnahme unmittelbar vor Teilstauerrichtung (Aufnahme 12/95) zu halten, wobei eine Toleranz der Sohlabweichung von 10 cm im Mittel über 1 km Gewässerstrecke zulässig ist. Unabhängig davon ist die erforderliche Zugabe nach „Mengenbilanz“ zu ermitteln bzw. zuzugeben. Abhängig von dem Durchfluss der Donau im jeweiligen Kalenderjahr wird die Zugabekubatur angepasst; stärkere Zugaben in Feuchtjahren, geringere Zugaben in Trockenjahren. Die Berechnungsformel lautet: $z = 160.000 \times q^3 \times 0,8 - \text{Stauraumaustrag} \times 0,8 + 30.000 \times q^3$. Die 160.000m³ entsprechen dem angesetzten natürlichen Austrag aus dem Stauraum Freudenuau vor der Kraftwerkerrichtung, die 30.000m³ dem natürlichen Austrag aus der Erhaltungsstrecke, der Stauraumaustrag stellte sich als vernachlässigbar heraus, der Faktor 0,8 berücksichtigt den Abrieb, der Faktor q berücksichtigt den Donauabfluss im Zugabegahr in Relation zum Regeljahr ($q > 1$ in Feuchtjahren, $q < 1$ in Trockenjahren).

Es ergaben sich in den ca. 20 Jahren seit Zugabebeginn Zugabemengen von 100.000 – 300.000 m³/Jahr, im Mittel ca. 188.000 m³/Jahr. Die Sohle in der Erhaltungsstrecke konnte gegenüber der Referenzaufnahme 12/95 unter Berücksichtigung der Toleranzen gehalten werden. Die Referenzaufnahme 12/95 unmittelbar vor Teilstauerrichtung wurde bei geringer Wasserführung der Donau durchgeführt und es konnten deshalb die Uferrandbereiche nicht aufgenommen werden. Nachfolgende Vergleiche von Istsohle und Referenzsohle konnten sich nur auf die Durchschnittsmenge der aufgenommenen Sohle beziehen. Die Problematik, dass dadurch Abträge in den Uferrandbereichen nicht berücksichtigt werden, war bei der Festlegung nicht bekannt bzw. war die Vorstellung, dass sich die Sohleintiefung im Wesentlichen auf den intensiv durchströmten Flussschlauch beschränkt, sodass Änderungen in den Uferrandbereichen vernachlässigbar gering sind. Dieser Ansatz ist, wie Vergleichsmessungen der viadonau, die auch die Veränderungen in den Uferrandbereichen dokumentieren, nicht zutreffend, und es ist auch in den Uferrandbereichen eine geringe, aber in Summe nicht zu vernachlässigende Eintiefung in den letzten 2 Jahrzehnten aufgetreten. U.a. daraus resultieren auch die scheinbar widersprüchlichen Aussagen – das Halten der Referenzsohle wurde durch jährliche Sohlgrundaufnahmen der VHP nachgewiesen -gegenüber – merkliche Eintiefungen in der Erhaltungsstrecke von insgesamt ca. 800.000 m³ laut Auswertung der viadonau.

Das Zugabematerial sollte dem natürlichen Donausohlmateriale in der Erhaltungsstrecke entsprechen, tendenziell ist eher eine Vergröberung als eine feinere Sieblinie erwünscht. Zu grobes Material wurde im Interesse der Schifffahrt – Sorgen bezüglich Beschädigung von Schiffschrauben durch aufgewirbeltes Sohlmaterial – im Rahmen des Wasserrechtsverfahrens für das Kraftwerk Freudenuau nicht vorgesehen.

Die WSD hat zur Regulierung der Furt Schwechat-Mündung und der Furt Kuhstand (beide Furten liegen in der Erhaltungsstrecke der VHP) flussbauliche Maßnahmen (Buhnen, Leitwerke) zur wasserrechtlichen Bewilligung eingereicht, um durch eine Einengung des Abflussquerschnittes eine selbsttätige Erosion in diesen Furtbereichen zu erreichen, damit laufende Baggermaßnahmen zur Herstellung der Schifffahrtsrinne (Mindesttiefe 2,50 m) entbehrlich werden. Der Bewilligungsbescheid sieht vor, diese Gewässerstrecken nach der Kollaudierung des Regulierungsprojektes der viadonau an die VHP zu übergeben. Ab diesem Zeitpunkt ist die kollaudierte neue Donausohle die Referenzsohle bzw. künftige Erhaltungssohle der VHP. Der Kollaudierungsbescheid erging am 02.10.2017 und ist in Rechtskraft erwachsen.

In Summe beider Anpassungen lässt sich eine künftig um ca. 45.000 m³/Jahr vergrößerte Geschiebezugabe der VHP abschätzen, sodass in Zukunft mit mittleren jährlichen Zugaben der VHP in der Größenordnung von ca. 235.000 m³ zu rechnen ist.

Der Nationalpark Donau-Auen vertritt die Meinung, dass sich aus dem Bescheid „Detailprojekt Unterwasserbereich“ Zahl 14.570/264-I/4/95 in Zusammenschau mit dem eingereichten Projekt bzw. auf Basis eines § 21a-Verfahrens eine Verpflichtung der VHP ergibt, Austräge aus den Uferrandbereichen der letzten ca. 20 Jahre nachzuschütten. Diese Ansicht wird vom BMNT nicht geteilt, da die Vorgaben im Bewilligungsbescheid eingehalten wurden und eine neue Festlegung der Referenzsohle (mit größerer Breite) erst nach Rechtskraft des zugehörigen Änderungsbescheides – es ist geplant ein § 21a-Verfahren durchzuführen – rechtswirksam ist (siehe Beilage 1). Wenn die rechtlichen Voraussetzungen vorliegen, wird ein davon unabhängiges § 21a-Verfahren zur rückwirkenden Kompensation der nicht berücksichtigten Uferrandbereiche durchgeführt werden.

Die Erhaltungsbaggerungen der viadonau zur Aufrechterhaltung der Schifffahrtsrinne und der Zufahrt zu Länden und Häfen wurden mit wasserrechtlichen Bewilligungsbescheiden des BMLFUW – Zahl 16.570/53-I/6/03 „Regulierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse auf der Donau stromab des KW Freudenu“ und Zahl: BMLFUW-UW.4.1.11/0082-I/6/2009 „Aufweitung der Schifffahrtsrinne östlich von Wien“ geregelt. Das entnommene Baggermaterial war entsprechend dem damaligen Stand des Wissens zu maximal 50 % für Uferstrukturen zu verwenden, zumindest 50 % waren der Donau zum Abtransport und Sohlstabilisierung im Unterwasser zuzugeben. Aufgrund zwischenzeitlicher Erkenntnisse wird der Anteil des Baggermaterials zur Sohlstabilisierung auf zumindest 80 % erhöht und eine Zugabe stromauf der Entnahmestelle vorgeschrieben. Der wasserrechtliche Bewilligungsbescheid erging am 06.12.2017.

MASSGEBLICHE DOKUMENTE:

- Wasserrechtliche Grundsatzbewilligung Zl. 14.570/182-I4/91
- Unterwasserbereich Zl. 14.570/264-I4/95
- Vollstau inklusive Betriebsordnungen Zl.14.570/400-I4/97
- Regulierung „Furt Schwechatmündung“ und „Furt Kuhstand“ Zl.14.570/358-I5/96
- Kollaudierungsbescheid „Furt-Schwechat-Mündung“ und „Furt Kuhstand“ Zahl BMLFUW-UW.4.1.12/0214-IV/2/2017
- Zl. 16.570/53-I/6/03 „Regulierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse auf der Donau stromab des KW Freudenu“
- Zl. BMLFUW-UW.4.1.11/0082-I/6/2009 „Aufweitung der Schifffahrtsrinne östlich von Wien“

3 ÖKOLOGISCHER ZUSTAND DER DONAU ÖSTLICH VON WIEN

DIE DONAU UNTERHALB DES KW FREUDENAU umfasst zwei Wasserkörper:

TABELLE 1: WASSERKÖRPER IN DER DONAU UNTERHALB KW FREUDENAU

Tabelle 1 Wasserkörper in der Donau unterhalb KW Freudenau

WK-Nr.	WK-Name	Zustand
409040008	Stromkilometer 1921,00 (KW Freudenau) bis 1880,07 (Devin, Marchmündung)	gut
411340000	Stromkilometer 1880,07 (Marchmündung, Devin) bis 1872,6 (Staatsgrenze)	gut

Beide Wasserkörper befinden sich im guten Zustand. Im Zuge der Risikobewertung wurde aufgrund des Wellenschlags der Schifffahrt ein mögliches Risiko für die beiden Wasserkörper bewertet, dieser wirkt sich aber derzeit nicht auf den gemessenen ökologischen Zustand aus. Es besteht im Moment daher kein unmittelbarer Sanierungsbedarf.

Für die Bewertung des ökologischen Zustands wird für beide Wasserkörper die Messstelle Hainburg herangezogen. Die GZÜV-Untersuchungsergebnisse für das Makrozoobenthos sind derzeit gut, liegen allerdings im Grenzbereich zu mäßig. Die Befischungsergebnisse sind ebenfalls gut, zeigen aber in den letzten Jahren einen Abwärtstrend des ökologischen Zustands, vor allem beim Parameter Biomasse (Abnahme von 246 auf 87 kg/ha) an. Auch der FIA liegt nahe der Klassengrenze gut/mäßig (>2,49).

TABELLE 2: BEFISCHUNGSERGEBNISSE GZÜV

Tabelle 2 Befischungsergebnisse GZÜV

Jahr	Biomasse [kg/ha]	FIA
2007	246,87	2,33
2010	183,66	2,43
2016	87,26	2,38

Die Ursachen für die Verschlechterung des fischökologischen Zustands sind vielfältig und auf die zahlreichen Belastungen im Gesamtsystem der Donau (Querbauwerke, Staue, Regulierung, eingeschränkte Lebensräume, fehlende Jungfischhabitats, fehlende Vernetzung zu Nebengewässern, Wellenschlag,...) zurückzuführen. Auch die Sohleintiefung spielt hier eine Rolle, da es durch die Eintiefung längerfristig zu einer Isolierung des Nebengewässernetzes und zu einer reduzierten Anbindungsdauer der Nebengewässer an den Hauptstrom kommen kann. Verlandungen durch Sedimentation und Einschränkung der Dynamik in den Augewässern führen zum Verlust aquatischer Lebensräume und wichtiger Reproduktionsareale. Langfristig sind daher Auswirkungen auf die Fischfauna zu befürchten. Auch bereits durchgeführte oder geplante morphologische Maßnahmen könnten bei fortschreitender Eintiefung ihre Wirksamkeit verlieren.

Der Abschnitt der Donau östlich von Wien ist der einzige Abschnitt der österreichischen Donau, der noch den guten Zustand erreicht. Die freie Fließstrecke in der Wachau befindet sich derzeit im unbefriedigenden Zustand, die restliche Donau ist als erheblich verändert ausgewiesen. Die Strecke ist daher auch für das Gesamtsystem Donau von besonderer Bedeutung (Ausstrahlstrecke).

Alle Maßnahmen zur Verminderung der Sohleintiefung sind daher aus gewässerökologischer Sicht sehr wünschenswert, um eine Verschlechterung des ökologischen Zustands von gut auf mäßig (oder schlechter)

zu verhindern. Zusätzlich werden aber auch weitere Maßnahmen zur Lebensraumverbesserung (im Hauptstrom und in Nebengewässern, Schaffung von geschützten Jungfischhabitaten,...) erforderlich sein, um langfristig den guten Zustand zu gewährleisten.

4 ÖKOLOGISCH BEGRÜNDETE NOTWENDIGKEIT DIE WASSERSPIEGELLAGEN BZW. SOHLLAGEN DER DONAU IM BEREICH DES NATIONALPARKS DONAU-AUEN ZU HALTEN

- **DIE ABSENKUNG DER DONAU-WASSERSPIEGEL** und die Sedimentakkumulation in den Seitenarmen haben in den Augewässern zu Verlusten an temporären und permanenten Wasserflächen geführt.
- Die Absenkung der Donau-Wasserspiegel hat die Einströmung in die Seitenarme verringert. Als Folge wurden in den Seitenarmen flussmorphologische Prozesse wie Seitenerosion, Sedimentbankbildung und Umlagerung reduziert.
- Auentypische Offenlandflächen mit frühen Sukzessionsstadien sind praktisch verschwunden, mit ihnen auch die daran gebundenen Lebensgemeinschaften.
- Die auentypische Neuformung von Weiden- und Pappel-Auwald kann heute nur mehr auf unbedeutenden Kleinflächen stattfinden.
- Die Sedimentbilanz der Seitenarme wurde in Richtung Akkumulation verschoben (Kies und Feinsedimente).
- Ein ausgeprägter Fließcharakter der Seitenarme ist bei den gegenwärtigen Donau-Wasserspiegellagen fast nicht mehr herstellbar.
- Das Absinken des Donau-Wasserspiegels führt zu einer entsprechenden Absenkung des Grundwasserspiegels und kann sich damit auch im Bereich der luftseitig des Dammes gelegenen Nationalparkflächen auswirken.
- Die Gesamtentwicklung ist durch einen erheblichen Verlust des auentypischen Charakters gekennzeichnet, das Augebiet wird in Richtung eines „normalen“ Laubwaldes verschoben. Die Bestände der auentypischen Arten und Lebensgemeinschaften werden verringert, oder sie verschwinden ganz.
- Absenkung des Wasserspiegels und Sedimentakkumulation in den Seitenarmen führen zu Verlusten bei der Fischfauna.
- Die absolute Höhenlage der Stromsohle ist im Vergleich zur Wasserspiegellage aus ökologischer Sicht weniger bedeutend, hat aber im Zusammenwirken mit Strukturen des Schifffahrtswasserbaues (Buhnen, Leitwerke, ...) sehr starke Auswirkungen auf die Wasserspiegellagen der Donau.

5 TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN DIE SOHLEINTIEFUNG ZU STOPPEN

NACHFOLGEND WERDEN die in den letzten Jahrzehnten vorgeschlagenen Lösungen zur Sohlstabilisierung angeführt; die nicht realistischen Möglichkeiten aber nur in knapper Form mit Begründung, warum eine Umsetzung aus fachlicher Sicht nicht in Frage kommt.

5.1 AUFWEITUNG DES DONAUHAUPTGERINNES

Durch eine starke Aufweitung des Gerinnebettes auf einer langen Strecke könnte die Sohleintiefung wesentlich reduziert werden, da die Sohlschleppspannung bei geringerer Abflusstiefe deutlich zurückgeht. Diese Lösung kommt wegen der Anforderungen an die Wasserstraße Donau nicht in Frage, weil dann die nötigen Fahrwassertiefen für die Schifffahrt nicht mehr vorhanden wären.

Lokale Aufweitungen oder die Entfernung von harten Ufersicherungen sind ökologisch wertvoll, lösen aber das Problem der fortschreitenden Sohleintiefung nicht.

5.2 AUSLEITUNG HYDRAULISCH RELEVANTER ABFLUSSMENGEN

Durch die Ausleitung nennenswerter Anteile des Donauabflusses in Seitenarme würde die Sohleintiefung im Hauptgerinne reduziert werden. Für Ausleitungen die eine ausreichende hydraulische Wirkung zeigen, müssten aber extrem große Nebengerinne geschaffen werden, mit ähnlichen Nachteilen wie zuvor.

- Fahrwassertiefen für die Schifffahrt im Hauptgerinne reduziert
- Schwer verfügbare Grundflächen
- Hohe Kosten.

Die negative Beurteilung bezieht sich nur auf extreme Ausleitungen in der Größenordnung von z.B. 50 % eines Hochwasserabflusses d.h. einige 1000 m³/s, Ausleitungen in der Größenordnung von einigen 100 m³/s bei Hochwasser, die in der Lage sind eine gewünschte Erosionsdynamik in der Au zu erzeugen, verursachen die oben genannten Probleme nicht, sind durchaus überlegenswert, lösen aber das Problem der Sohleintiefung im Hauptgerinne nicht.

5.3 SOHLGURTE

Sohlgurte, die eine nennenswerte hydraulische Wirkung im Sinne des Stoppens des Eintiefungsprozesses sicherstellen, müssten in engen Abständen errichtet werden und selbst dann ist mit deutlichen Eintiefungen zwischen den Sohlgurten zu rechnen. Der Abfluss würde gewellt und unruhig erfolgen und die Schifffahrtsverhältnisse würden deutlich verschlechtert werden. Bei fortgesetzter Absenkung des Wasserspiegels reduziert sich auch die Fahrwassertiefe über den massiven Sohlgurten und Beschädigungen der Schiffe durch Grundberührung an den Gurten ist eine realistische Gefahr. Aus Kostengründen und wegen der massiv nachteiligen Auswirkungen für die Schifffahrt kommt diese Lösung aus fachlicher Sicht nicht in Frage.

5.4 ABPFLASTERUNG FLÄCHIG/TEPPICHARTIG MIT DEUTLICH GRÖßEREM SOHLMATERIAL ALS DERZEIT IN DER DONAU VORHANDEN.

Zur Vorbereitung des UVP-Projektes „Flussbauliches Gesamtprojekt, generelles Projekt 2006“ wurden zwei Varianten untersucht:

1. Kiesgröße mit d_{\max} ca. 140 mm, Schichtstärke ca. 40- 50 cm
2. Kiesgröße ca. 40 – 70 mm, Schichtstärke ca. 20 – 30 cm

Ad 1): Dieser Ansatz war der Beginn von Überlegungen zu einem flussbaulichen Gesamtprojekt und sollte die Standsicherheit des Belags (bis auf minimale Abträge) auch bei großen Hochwässern garantieren. Die Überlegungen wurden nicht weiterverfolgt, da sowohl von Seiten der Ökologie (Verschluss der Lücken in der belebten Bodenschicht bei fehlender Umlagerung der Körner) als auch von Seiten der Schifffahrt (Beschädigung von Schiffschrauben beim Aufwirbeln des groben Sohlmaterials) massive Bedenken geäußert wurden. Eine Umsetzung ist auch derzeit nicht vorstellbar.

Ad 2): Das flussbauliche Gesamtprojekt in der letzten Fassung sah vor, durch Vergrößerung des Sohlmaterials mit Zugabe der Körnung 40 – 70 mm den Austrag entscheidend zu reduzieren. Durch die Reduktion der maximalen Korngröße des Zugabematerials auf 70 mm wurden die Bedenken von Ökologie und Schifffahrt weitgehend ausgeräumt. Der Naturversuch „Bad Deutsch Altenburg“ zeigte, dass die erwartete starke Verbesserung der Standfestigkeit einer vergrößerten Sohlschicht in der Natur nicht auftritt. Ein geringerer Austrag bei Vergrößerung des Sohlmaterials ist aber gesichert. Das flussbauliche Gesamtprojekt mit einer weitgehenden Abdeckung der gesamten Flusssohle und vielen begleitenden Maßnahmen (Buhnenumbau, Uferrückbau, Nebenarme) wurde von der viadonau endgültig zurückgezogen. Eine Wiedereinreichung mit aktualisierten Randbedingungen ist auch mittelfristig (Größenordnung 10 Jahre) nicht realistisch, sodass diese Lösung für die gewünschte und erforderliche rasche Unterbindung der Sohleintiefung keine Option darstellt.

5.5 NORMALGESCHIEBEZUGABE

Es werden schon derzeit ca. 180.000 – 190.000 m³/Jahr (künftig zumindest 235.000 m³/Jahr) von der VHP in der Erhaltungsstrecke zugegeben und von der Donau auf natürliche Weise in die unterliegenden Gewässerabschnitte verfrachtet. Die viadonau bringt die aus Gründen der Aufrechterhaltung der Schifffahrtsrinne erforderlichen Baggerkubaturen in den letzten 10 Jahren zur Gänze gerinneaufwärts der Baggerstelle vollständig im Flussschlauch ein. Der Austrag an der Staatsgrenze wird mit ca. 260.000 m³/Jahr abgeschätzt und zuzüglich des Abriebs ist vermutlich eine Zugabe in der Größenordnung von 340.000 m³/Regeljahr erforderlich, um die Sohleintiefung und daraus resultierende Spiegelabsenkungen im Bereich des Nationalparks Donau-Auen zu stoppen. Es erscheint realistisch, die bereits durchgeführte bzw. entsprechend Pkt. 2 noch vergrößerte Zugabe mit Normalgeschiebe zu erhöhen, um die Sohleintiefung vollständig zu unterbinden. Die Zugabe müsste auf der Basis von jährlichen Sohlgrundaufnahmen dort erfolgen, wo sich Eintiefungen zeigen und ausreichende Fahrwassertiefen vorliegen. Die Erhöhung der Zugabemenge im oben angeführten Ausmaß stellt technisch kein Problem dar und es ist nicht mit merklichen Behinderungen der Schifffahrt durch Verklappungen zu rechnen. Eine Vergrößerung des Sohlmaterials durch Einsatz etwas gröberer Kieses als derzeit in der Donauesohle vorhanden wird aus fachlicher Sicht positiv gesehen, da dadurch der Geschiebeaustrag reduziert wird. Entscheidend ist aber der Kostenfaktor. Es ist jenes Zugabematerial einzusetzen, das unter den vorgegebenen Randbedingungen mit dem geringsten finanziellen Aufwand die Zielerreichung ermöglicht. Dazu ist insbesondere an Geschiebe aus dem Bereich Hainburg zu denken, das in großen Mengen zur Verfügung steht; Geschiebefänge und Geschieberückführung. Das Pilotprojekt eines Geschiebefanges (Überbaggerung einer Furt) wird von viadonau bereits seit 2017 betrieben (erstmalig wurde er im Zeitraum Juli-September 2017 hergestellt). Die

TECHNISCHE MÖGLICHKEITEN DIE SOHLEINTIEFUNG ZU STOPPEN

Ausweitung der Normalgeschiebezugabe ist mittelfristig (Zeithorizont 10 Jahre) die einzige realistische Option die Sohleintiefung im Bereich des Nationalparks Donau-Auen zu stoppen.

6 SOHLENTWICKLUNG UND GESCHIEBEDEFIZIT IN DER FREIEN FLIEßSTRECKE ÖSTLICH VON WIEN

DAS KAPITEL BERUHT AUF DER BEILAGE 9 – wesentliche Ergebnisse und Empfehlungen und Endbericht der Unterarbeitsgruppe. Geringe Änderungen wurden entsprechend der Diskussion in der Arbeitsgruppe gegenüber dem Endbericht der Unterarbeitsgruppe vorgenommen.

6.1 FRAGESTELLUNGEN:

- Entwicklung der Stromsohle in der freien Fließstrecke stromab Unterstrom KW Freudenu und Quantifizierung der mittleren jährlichen Sohlspeicheränderung
- Aufteilung der ermittelten Sohlspeicheränderung auf die Verursacher und Beurteilung sowohl des Einflusses des KW Freudenu als auch der gesamten KW Kette

6.2 METHODISCHE VORGEHENSWEISE:

Es wurden zwei Modelle und eine Plausibilitätsüberprüfung (auf Basis des kumulierten Geschiebedefizits von 1996 bis 2010 bzw. 2016) und eine Abschätzung der Aufteilung des KW-bedingten Geschieberückhalts auf das KW Freudenu und die oberliegenden Kraftwerke durchgeführt. Details hierzu finden sich im Resümeeprotokoll der Unterarbeitsgruppe.

(Anmerkung: die numerischen Berechnungen sind größtenteils auf Ende 2010 bezogen; alle Ergebnisse sind im Sinne langjähriger Durchschnittswerte zu verstehen).

6.3 ZENTRALE ERGEBNISSE:

- Durchschnittliche Sohlspeicheränderung (ohne Geschiebezugabe und ohne merklichen Zulauf von Geschiebe aus der Oberliegerstrecke): 340.000 m³/a (+/- 20.000 m³/a)
- Durchschnittliche Geschiebezugabe der VHP in der VHP-Erhaltungsstrecke im Zeitraum 1996-2016: 188.000 m³/a
- Durchschnittliches Geschiebedefizit: ca. 150.000 m³/a (+/- 15.000 m³/a) auf der Gesamtstrecke (km 1921-1880), davon entfallen ca. 45.000 m³/a auf die VHP-Erhaltungsstrecke (km 1921-1910); sowie 105.000 m³/a auf die restliche Strecke (Bereich km 1910 – 1880). Die ermittelten Werte zum Geschiebedefizit entsprechen einer mittleren Eintiefung von ca. 1,5 cm/a (VHP-Erhaltungsstrecke km 1921-1910), sowie ca. 1,3 cm/a (Bereich km 1910 – 1880), (berechnet für eine mittlere Breite von 270 m)
- (Aufgrund der Bescheide zum Donaukraftwerk Freudenu ist VHP zum Ausgleich des Geschieberückhaltes des Kraftwerkes Freudenu, zur Erhaltung einer festgelegten Referenzsohle in der Unterwasserstrecke bis km 1910 sowie darüber hinaus auch zur Sicherung zweier Kolke im unmittelbar stromabwärts angrenzenden Abschnitt km 1910-1907,5 verpflichtet.)
- Sohlspeicheränderung (Volumenaustrag) Anteil gesamte KW-Kette: 270.000 m³/a (+/- 15.000 m³/a), Anteil Donauregulierung vom späten 19. Jahrhundert und alle sonstigen Einflüsse: 70.000 m³/a (+/- 10.000 m³/a)

Sohlspeicheränderung (Volumenaustrag) Anteil Kraftwerk Freudenau: 170.000 m³/a , Anteil der oberliegenden Donaukraftwerke: 100.000 m³/a

6.4 BERECHNUNGSMODELLE UND BERECHNUNGSERGEBNISSE

Es wurden zwei Modelle zur Sohlentwicklung in der Unterwasserstrecke KW Freudenau und eine Plausibilitätsüberprüfung auf Basis des kumulierten Geschiebeaustrages von 1996 bis 2010 (bzw. 2016) und eine Abschätzung der Aufteilung des KW-bedingten Geschieberückhalts auf das KW Freudenau und die oberliegenden Kraftwerke durchgeführt.

Modell 1 – Vergleich der Eintiefung der Unterwasserstrecke Freudenau vor/nach Kraftwerkseinfluss auf der Basis von Wasserspiegelangaben der KWDs (primär MW).

Modell 2 – Geschiebeaustrag aus oberstrom des KW Freudenau liegenden Donauabschnitten, der ohne Kraftwerksbestand- und -betrieb in die Unterwasserstrecke KW Freudenau gelangt wäre.

Plausibilitätskontrolle – Die aus Wasserspiegeländerungen abgeleiteten Geschiebeausträge der Unterwasserstrecke KW Freudenau des Zeitraumes 1996 – 2010 werden unter Berücksichtigung der VHP Zugaben und der Baggerentnahmen den mittels Echolot gemessenen Sohländerungen bzw. Volumenänderungen gegenüber gestellt.

6.4.1 MODELL 1

Bei diesem Modell sind die entscheidenden Parameter die Eintiefung in der Unterwasserstrecke „vor Kraftwerksbestand“ und „nach Kraftwerksbestand“, die Geschiebezugabe der VHP, weiters die maßgebliche Breite der Donau und die Baggerungen von viadonau (WSD bzw. Bundesstrombauamt). Als zeitliche Schnittstelle vor Kraftwerksbestand wurde der Stau KW Greifenstein (1984) der Berechnung zugrunde gelegt, nach Kraftwerksbestand der Stau und die Geschiebezugabe KW Freudenau (1996).

Die Eintiefung wurde über die Änderungen des Mittelwasserspiegels im relevanten Zeitraum – vor Kraftwerkerrichtung (Jahr 1956 bis 1984) gegen nach Kraftwerkerrichtung (Jahr 1996 bis 2010) auf Basis der KWD-Werte ermittelt. Eine verwirrende Bezeichnung der KWDs wurde einvernehmlich bereinigt und klargestellt, dass der Vergleich von KWD 1970 gegen KWD 1976 tatsächlich nicht auf 6 sondern auf 12 Jahre zu beziehen ist. Die KWD 1970 beruhen auf den Wasserspiegelaufnahmen Ende 1963. Die Gleichsetzung von Sohlabsenkungen mit festgestellten Wasserspiegelabsenkungen ist nur dann numerisch zutreffend, wenn die Sohlabsenkung auf einer sehr langen Strecke um ein konstantes Maß erfolgt. Wenn, wie hier vorliegend, unterhalb der betrachteten Strecke im Bereich Bratislava starke Sohlabsenkungen stattfinden und daraus resultierend der Wasserspiegel verfällt, ist am unteren Ende der Auswertungstrecke die Wasserspiegelabsenkung wesentlich größer als die eigentlich interessierende Sohlabsenkung. Umgekehrt verhält es sich bei Aufspiegelungen zufolge der Stauerrichtung Gabčíkovo im Unterwasser (1992). Es wurden deshalb verschiedene Modellannahmen untersucht:

1. Donauabschnitt von UW-KW Freudenau (km 1921,67) – km 1880 „lange Strecke“

Die festgestellten Spiegeländerungen werden gewichtet gemittelt bzw. praktisch für jeden vollen Kilometer die Wasserspiegeldifferenz ausgewertet. Es wird in Kauf genommen, dass die Änderungen im untersten Abschnitt vom Unterwasser beeinflusst sind. Die Volumenauswertung erfolgt für den gesamten Abschnitt von 40,67 km

2. Donauabschnitt von UW-KW Freudenau (km 1921,67) – km 1887 „kurze Strecke“

Es werden die festgestellten Spiegeländerungen gewichtet gemittelt, jedoch nur für die kürzere Strecke. Bei der Volumenauswertung wird die Spiegeländerung auch nur für die kurze Strecke berechnet und für den Bereich km 1887 bis 1880 keine Sohländerung zu Folge von Kraftwerksbestand und –betrieb angenommen. Der Entfall von Baggerungen zwischen km 1887 bis 1880 wurde numerisch berücksichtigt, spielt im Endergebnis aber kaum eine Rolle.

Die übereinstimmende Einschätzung ist, dass die hydraulisch wirksame Breite im Bereich 260 bis 280 m liegt. Bei der numerischen Auswertung ist zu berücksichtigen, dass die Baggermengen und die VHP-Zugabemengen jeweils auf die zu Grunde gelegte „Donaufläche“ zu beziehen sind, d.h. bei unterschiedlicher Länge der Strecke bzw. unterschiedlicher Breite ergeben sich andere cm-Eintiefungen für Baggerung und Geschiebezugabe der VHP.

6.4.1.1 UNSICHERHEITEN

Die für die Berechnung erforderlichen Angaben zur Baggermenge, die Sohlbreite und die Eintiefung vor/nach Kraftwerksbetrieb enthalten Unschärfen. Die größte Unsicherheit besteht in der Gleichsetzung von ermittelten Wasserspiegeländerungen mit gesuchten Sohländerungen. Es ist deshalb erforderlich die Rechenergebnisse mit einer Plausibilitätskontrolle über den aus Sohlgrundmessungen berechneten Austrag aus der Unterwasserstrecke zu überprüfen.

Die Baggermengen machen absolut nur einen relativ kleinen Anteil aus, sodass für das Endergebnis diese Unschärfe zurücktritt.

Die Rechenergebnisse sind tabellarisch wie folgt anzugeben (bezüglich der numerischen Detailberechnung – siehe Beilage 5):

TABELLE 3: VOLUMENAustrag FÜR BERECHNUNGSvarianten DES MODELL 1

Tabelle 3 Volumensaustrag für Berechnungsvarianten des Modell 1

	Volumensaustrag aus der UW-Strecke zufolge KWbestand und –betrieb	Gesamtvolumensaustrag aus der UW-Strecke ohne Baggerungen und ohne VHP Zugabe	Gesamtvolumensaustrag aus UW-Strecke mit Baggerungen und mit VHP Zugabe
KLASZ „kurze Strecke“; B=260m	269.000 m³/a	323.600 m³/a	173.600 m³/a
KLASZ „lange Strecke“; B=280m	279.000 m³/a	337.000 m³/a	187.000 m³/a
KLASZ „kurze Strecke“; B=260	282.000 m³/a	331.000 m³/a	181.000 m³/a
KLASZ „lange Strecke“; B=280	292.000 m³/a	344.100 m³/a	194.100 m³/a
BMNT „kurze Strecke“; B=260	257.000 m³/a	331.000 m³/a	181.000 m³/a
BMNT „lange Strecke“; B=280	264.000 m³/a	344.100 m³/a	194.100 m³/a
BMNT „kurze Strecke“; B=260	241.000 m³/a	323.600 m³/a	173.600 m³/a
BMNT „lange Strecke“; B=280	246.000 m³/a	337.000 m³/a	187.000 m³/a

Zur Bewertung der numerischen Ergebnisse zur Festlegung eines plausiblen Bandbereiches ist auf die Plausibilitätskontrolle zu verweisen.

6.4.2 MODELL 2

Bei diesem Modell sind die entscheidenden Parameter:

3. Randbedingung des Geschiebeeintrages am oberen Ende der betrachteten Strecke
4. Geschiebespeicherung in den einzelnen Zwischenabschnitten
5. Gleichsetzung von Wasserspiegeländerungen mit Sohländerungen in den Erosionsbereichen
6. maßgebliche Breiten der Donau
7. Baggermengen (sind herauszurechnen)
8. Abriebkoeffizient

Die größte Unschärfe liegt in der Festlegung, wie weit stromauf Geschiebeausträge zu berücksichtigen sind, da eine vollständige Geschiebebilanz des gesamten Oberliegerbereichs nicht möglich war bzw. welche Randbedingung (Geschiebeeintrag) am oberen Ende der betrachteten Strecke anzusetzen ist. Für den Stauraum Altenwörth waren keine Daten verfügbar. Nach Bereinigung der missverständlichen KWD-Angaben (KWD 1976 gegen KWD 1970 entspricht einem Abstand von 12 Jahren und nicht von 6 Jahren) und entsprechender Korrektur für den Donauabschnitt km 1975 bis 1980 (Halbierung der in der Erstberechnung angesetzten Werte), weiters bei Ansatz eines Bandbereichs für den Geschiebeeintrag aus der Wachau von $100.000 \text{ m}^3/\text{a} - 160.000 \text{ m}^3/\text{a}$ ergibt sich ein Bandbereich der Austragsmenge unter Berücksichtigung des Abriebs (Volumenabtriebskoeffizient $a = 0,01 \text{ km}^{-1}$) von $264.000 - 292.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Die untere Grenze von $100.000 \text{ m}^3/\text{a}$ beruht auf den in der Natur im letzten Jahrzehnt von VHP gemessenen Werten, die zwischen 80.000 und $120.000 \text{ m}^3/\text{a}$ lagen, die obere Grenze von $160.000 \text{ m}^3/\text{a}$ beruht auf einer Angabe in der Studie „Wissenschaftliche Untersuchung der Geschiebe- und Eintiefungsproblematik der österreichischen Donau – Endbericht – TU München – Prof. Strobl“ aus dem Jahr 2000. In der Studie wird festgestellt: „In einer Abschätzung sollen die Transportverhältnisse charakterisiert werden. Eine exakte Bestimmung der Transportfrachten ist nicht Ziel der Überlegungen. Dem Bilanzmodell liegt die Annahme zugrunde, dass sich das Stromregime im Gleichgewicht befindet und im langjährigen Mittel in jedem Streckenabschnitt die ausgetragene gleich der eingetragenen Geschiebefracht, reduziert um den Geschiebeabrieb, ist. Kiesentnahmen finden nicht statt. $\text{Geschiebeaustrag} = \text{Geschiebeeintrag} - \text{Abrieb}$.“

Eine gut abgesicherte Berechnung dieser Art müsste eine vollständige Geschiebebilanz mit Anlandungen und Abträgen in der gesamten Oberliegerstrecke beinhalten und zusätzlich geht bei diesem Modell der nur unscharf ermittelbare Abriebkoeffizient stark in das Endergebnis ein.

6.5 PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE

Die Plausibilitätskontrolle erfolgt durch eine Gegenüberstellung des von viadonau mit Sohlgrundvermessungen festgestellten Volumendefizits in der Unterwasserstrecke KW Freudenu mit dem Volumendefizit, das mit unterschiedlichen Berechnungsansätzen aus Wasserspiegeländerungen abgeleitet wurde. Dieser Vergleich soll sich auf möglichst lange Zeiträume beziehen, um zufällige Fehler bei Messungen und Einmaleffekte nach Möglichkeit auszuschalten und es ist die Aufnahmebreite der Sohlgrundaufnahmen wesentlich, da auch in den „Donaurandbereichen“ Abträge stattfinden, die bei einem Vergleich lediglich des „mittleren Strombereiches“ numerisch nicht berücksichtigt würden.

Die aus den Sohlgrundaufnahmen der viadonau abgeleiteten langjährigen Sohl-speicheränderungen sind in folgender Tabelle dargestellt (die grafischen Detailergebnisse sind in der entsprechenden Beilage enthalten):

TABELLE 4: MITTLERER SEDIMENTAUSSTRAG

Tabelle 4 Mittlerer Sedimentaustrag

Zeitraum	Gesamtstrecke km 1921-1880		VHP Erhaltungsstrecke km 1921-1910		Sedimentaustrag Gesamtzeitraum (1.000 m ³)	
	Mittlere Aufnahmebreite [m]	Sedimentaustrag [1.000 m ³ /a]	Mittlere Aufnahmebreite [m]	Sedimentaustrag [1.000 m ³ /a]	Gesamtstrecke km 1921-1880	VHP Erhaltungsstrecke km 1921-1910
1997/12 - 2015/10	195	118,8	202	26,6	2138,3	478,8
1998/12 - 2016/10	227	120,1	227	30,9	2161,5	556,9
1999/04 - 2015/03	234	168,7	245	50,9	2699,3	814,4
2000/04 - 2016/03	239	162,3	234	41,6	2597,2	666,2
2000/04 - 2017/04	237	165,7	241	45,4	2817,8	771,9

Ein Vergleich des aus Echolotmessungen ableitbaren Austrages aus der Unterwasserstrecke bei langen Zeitreihen und relativ großen Aufnahmebreiten von ca. 240 m in der Größe von 162.300 bzw. 168.700 m³/a zeigt, dass die Rechenwerte mit 173.600 bis 194.100 m³/a (Modell 1) etwas höher liegen. Trotzdem gibt es eine gute Übereinstimmung, da in dem gemessenen Austrag (Echolotmessungen) eine mittlere Breite von ca. 240 m erfasst wurde und für eine abflusswirksame Breite von 260 – 280 m noch etwas größere Austragsmengen zu erwarten sind. Die Rechenwerte in der Beilage „Numerische Auswertung Modell 1“ sind als plausibel zu bewerten.

In einer Zusammenschau aller Ergebnisse ist ein Volumenaustrag aus der Unterwasserstrecke zufolge von Kraftwerksbestand und –betrieb der gesamten Kette in der Größenordnung von 270.000 +/- 15.000 m³/a (siehe Tabelle auf S.19, Spalte 1 und Beilage 8), bei einem Gesamtaustrag in der Größenordnung von 340.000 +/- 20.000 m³/a abzuschätzen. Der Anteil der Donauregulierung und sonstiger Einflüsse ergibt sich zu ca. 70.000 +/- 10.000 m³/a, abgeleitet aus den Eintiefungsraten vor Kraftwerksbestand. Dieser Wert wird noch zusätzlich abgesichert durch die Überlegung, dass auch im natürlichen Zustand bei vorausgesetztem konstantem Transportvermögen in der Unterwasserstrecke der Abrieb durch laufende Ergänzungen aus der Sohle kompensiert wird. Das Zahlenverhältnis „kraftwerksbedingter“ Austrag zu „Anteil Donauregulierung und sonstiger Einflüsse“ von knapp 4:1 (80 zu 20) wird als verlässlicher eingeschätzt als die Absolutwerte. Für den Zeitraum 1999 – 2017 wurde von der viadonau für große mittlere Aufnahmebreiten im Bereich von ca. 240 Metern ein Volumendefizit in der Erhaltungsstrecke (km 1910,0 – 1920,9) von 40.000 – 50.000 m³/a ermittelt. Bei einem Halten der Sohle in der Erhaltungsstrecke über die volle Breite ist eine Vergrößerung der bisherigen mittleren jährlichen Zugabe der VHP von 188.000 m³/a auf ca. 235.000 m³/a abzuschätzen.

Entsprechend der kurzen Strecke ist auf diesen 11 km nur ein geringer Abriebverlust anzusetzen (Schätzung 10.000 m³/a) und es kann ein Transport im Querschnitt km 1910 in der Größenordnung von ca. 225.000 m³/a (Speicherverlust 235.000 m³/a abzüglich des Abriebs von ca. 10.000 m³/a) angegeben werden. Sämtliche Angaben beziehen sich auf das Regeljahr bzw. auf mittlere Verhältnisse eines längeren Zeitraumes. Klarerweise ist der Geschiebetransport eines Feuchtjahres wesentlich größer als der eines Trockenjahres. Die weitere Vergrößerung des Geschiebetransportes von ca. 225.000 m³/a im Querschnitt km 1910 bzw. des

Abriebverlustes in der gesamten Unterwasserstrecke (km 1921- km 1880) kann bei Kenntnis des Abriebskoeffizienten an Hand der ausgetragenen Geschiebefracht und des Speicherdefizits der Gesamtstrecke überprüft werden. Laut Studie „Analyse der Sohleintiefung Donau östlich Wien“ der BOKU – Kapitel 4.6 Zusammenhang Zugabe –Transport-Austrag beträgt die Geschiebefracht im Querschnitt Brücke Hainburg i.M. ca. 240.000 m³/a. Der Abriebverlust wird nach der Formel $V(x)=V_0 \cdot e^{-a \cdot x}$ berechnet. $V(x)$ ist der Geschiebetransport in x km Abstand zum Geschiebetransport V_0 am Beginn der betrachteten Strecke, a ist der Volumenabriebskoeffizient und wird mit 0,01 km⁻¹ abgeschätzt. Für jeweils 100.000 m³ Geschiebetrieb gehen auf 1 km Länge ca. 1000 m³ verloren bzw. in Schwebstoff über und müssen bei konstant angenommenem Geschiebetransportvermögen aus der Sohle ergänzt werden. Bei einem Anstieg des Geschiebetransports auf den ersten 11 km von 0 auf 225.000 m³/a und im weiteren auf ca. 255.000 m³/a ergibt sich ein Abriebverlust in der gesamten Unterwasserstrecke von ca. 85.000 m³/a und ein Speicherverlust von ca. 340.000 m³/a und auch die Übereinstimmung mit dem gemessenen Geschiebetransport laut BOKU-Studie von 240.000 m³/a ist ausreichend gut.

Weiters ist aus diesen Daten herauszulesen, dass für das Anwachsen des Geschiebetransportes von ca. 225.000 m³/a (km 1910) auf ca. 255.000 m³/a keine lange Strecke benötigt wird, wenn der Anstieg von 0 auf ca. 225.000 m³/a, gut belegt, innerhalb von 11 km stattfindet. Der dem Modell 1 zugrunde liegende Ansatz, dass unterhalb eines Donaukraftwerkes das Geschiebedefizit innerhalb kürzester Strecke gedeckt wird (rechnerisch unter 30 km) bzw. dass die relevante Erosionsstrecke unterhalb des jeweils zuletzt gebauten Kraftwerkes höchstens 2 Stauraumlängen umfasst, wird durch diese Zahlen bestätigt.

6.6 AUFTEILUNG DES KRAFTWERKSBEDINGTEN GESCHIEBERÜCKHALTES AUF DAS KW FREUDENAU UND DIE OBERLIEGENDEN DONAU-KRAFTWERKE (INSBESONDERE KW GREIFENSTEIN)

Für das Detailprojekt „Unterwasserbereich“ wurden von der VHP Echolotmessungen der Jahre 1989 – 1994 ausgewertet. Unter Abzug der Baggerungen der VHP (Kraftwerksbaustelle) und der WSD und unter Herausrechnung des singulären Hochwasserereignisses 1991 (ca. HQ25) ergab sich eine jährliche Geschiebemenge, die nach Stauerrichtung nicht mehr ins Unterwasser ausgetragen wird, von 158.900 m³/a gerundet 160.000 m³/a. Bei anteiliger Berücksichtigung des Austrags beim HW1991 ergibt sich gerundet ein Austrag von 170.000 m³/a. Der für den Donauabschnitt östlich von Wien ermittelte Gesamtrückhalt der Kraftwerkskette von ca. **270.000 m³/a** lässt sich somit auf einen Anteil Freudenu von 170.000 m³/a und einen Anteil der oberliegenden Kraftwerke (maßgeblich KW Greifenstein) von 100.000 m³/a aufteilen.

Siehe Beilagen:3, 4, 5, 6, 7, 8 und 9

7 KOLKE IN DER FREIEN FLIESSSTRECKE UNTERHALB KW FREUDENAU

IM RAHMEN DER WASSERRECHTLICHEN BEWILLIGUNG des KW Freudenu wurde eine Sohlsicherung von 4 Kolken in der Erhaltungsstrecke der VHP (Abpflasterung) vorgeschrieben und ausgeführt. Die nachfolgende Sohlkontrolle zeigt, dass es im Kolk- und Nachkolkbereich zu keinen schädlichen weiteren Eintiefungen gekommen ist. Unterhalb der Erhaltungsstrecke bestehen Kolke bei km 1909,8 – 1908,7 linksufrig, km 1908,2 – 1907,5 rechtsufrig, km 1907,2 – 1905,8 und 1906,8 – 1905,8 linksufrig. In den letzten Jahren wurden diese vier Kolke von der viadonau im Zuge der Geschieberückführung mit Normalgeschiebe dotiert und jährlich die Sohl Speicheränderung (Abtrag) im Kolkbereich überprüft. Durch diese Vorgangsweise wurden größere Eintiefungen verhindert. Die Sicherung der beiden unterliegenden Kolke wird von viadonau im bisherigen Umfang fortgesetzt. Die Sicherung der beiden oberliegenden Kolke wurden in der generellen Bewilligung KW Freudenu bzw. im Bescheid Vollstau der VHP zugewiesen.

Technische Maßnahmen zur Kolksicherung sind erforderlich, wenn es zu progressiven Sohleintiefungen kommt, die die Gefahr erzeugen, dass im Zuge eines Extremhochwassers das feine Tertiärmaterial auf einer größeren Länge freigelegt wird. Die von VHP vorgelegten Unterlagen belegen, dass die Tertiär-OK, abgeleitet aus einem geologischen Modell, bereits lokal erreicht wird. Da das großräumige geologische Modell keine hohe lokale Aussageschärfe hat, wurde VHP beauftragt durch Detailuntersuchungen die exakte lokale Tertiär-OK zu ermitteln. Danach werden allfällig notwendige konstruktive Sicherungsmaßnahmen festgelegt werden. Es ist von Seiten des BMNT an die Überdeckung mit Normalgeschiebe gedacht und nicht an Abpflasterungen.

8 EMPFEHLUNGEN

8.1 ALLGEMEIN:

- Die Gesamtheit aller Maßnahmen im Rahmen des Geschiebemanagements in der Nationalparkstrecke östlich von Wien soll hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen und ökologischen Anforderungen auf die Aufrechterhaltung (Stabilisierung) der Wasserspiegellagen zielen und die Möglichkeit einer späteren Aufhöhung dieser Wasserspiegellagen nicht behindern.

8.2 UNTERWASSERSICHERUNG KW FREUDENAU (VHP):

- Festlegung einer ausreichend breiten neuen Referenzsohle für die Erhaltungsstrecke km 1921-1910, damit der abfluss- und geschiebewirksame Donauquerschnitt bestmöglich erfasst wird.
- Anpassung der zukünftigen VHP Geschiebezugabe an die neue Referenzsohle, sodass eine weitere Eintiefung der Erhaltungsstrecke km 1921-1910 verhindert wird.
- Zeitliche Vergleichmäßigung der VHP Jahreszugabemengen (nach aktueller Beurteilung: 235.000 m³/Jahr – Evaluierung über einen Durchrechnungszeitraum von fünf Jahren).
- Rasche Sicherung der unmittelbar stromab gelegenen beiden Kolkbereiche bei km 1910-1907,5 durch VHP.

8.3 GESCHIEBEMANAGEMENT VIADONAU:

- Fortführung und weitere Optimierung eines ökologisch orientierten Geschiebemanagements der viadonau (im Sinne einer Geschieberückführung) unter Berücksichtigung der Interessen der Schifffahrt, welches neben den jährlichen VHP Zugaben zur dynamischen Sohlstabilisierung beiträgt.

8.4 GESCHIEBEMANAGEMENT GESAMTSTRECKE (KW FREUDENAU - STAATSGRENZE):

- Koordiniertes Management durch VHP und viadonau unter Berücksichtigung von betrieblichen Synergie- bzw. Kooperationspotentialen, damit ein bestmögliches Zusammenwirken aller gesetzten Maßnahmen sichergestellt wird.
- Sicherung von Möglichkeiten zur Geschieberückführung aus dem bereits weitgehend stabilen untersten Bereich der österreichischen Donaustrecke sowie aus der Grenzstrecke mit der Slowakei (im Rahmen der Grenzgewässerkommission).

8.5 MASSNAHMEN ZUR VERBESSERUNG DER GESCHIEBEBILANZ UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER ANFORDERUNGEN DER SCHIFFFAHRT

- Uferrückbau (Entfernung des Steinwurfes an der Böschung)
- Leitwerk- und Bühnenrückbau
- Gewässervernetzung (Reaktivierung von Augewässern und Altarmen mit Dotierung aus dem Hauptgerinne der Donau)

8.6 MONITORING/ERFOLGSKONTROLLE GESAMTSTRECKE

- Durchführung von regelmäßigen Kontrollmessungen der Höhenlage der Stromsohle (Messungen bei etwa Mittelwasserständen) sowie der Wasserspiegellagen (Mittelwasser- und Niederwassernivellements) inkl. Analyse der Veränderungen.
- Die Beschaffenheit der VHP-Geschiebezugaben (im Besonderen: Kornverteilung) soll im Rahmen eines laufenden Monitorings (Materialproben und Siebanalysen) dokumentiert werden (Richtwert: 1 Beprobung auf 20.000 m³).

8.7 ÜBERPRÜFUNG GESAMTKOMPENSATION GESCHIEBEDEFIZIT (WASSERRECHTSBEHÖRDE, BMNT):

- Rechtliche Überprüfung, ob Verpflichtungen für eine vollständige Kompensation des Geschiebedefizites von ca. 340.000 m³/a (gesamte Kraftwerkskette ca. 270.000 m³/a, Donauregulierung und weitere wasserbauliche Maßnahmen an der Donau ca. 70.000 m³/a) bestehen.
- Durchsetzung der sich aus der rechtlichen Überprüfung allenfalls ergebenden erforderlichen Kompensationsmaßnahmen.

9 KONKRETE WEITERE VORGANGSWEISE

- Übergabe der Regulierungsabschnitte der viadonau in der Erhaltungsstrecke (km 1921 – 1910) an die VHP – bereits erfolgt.

- Vergrößerung der Zugabe von Baggermaterial, das von der viadonau zur Aufrechterhaltung der Schifffahrtsrinne entnommen werden muss, in den Abflussbereich der Donau von mindestens 50 % auf mindestens 80 % der gesamten Baggerkubatur eines Jahres –fachlich abgestimmt, Bescheidenanpassung im Dezember 2017 erfolgt.

- Das BMNT eröffnet ein § 21a-Verfahren für das KW Freudenau mit dem Konsensträger VHP zur Festlegung einer in der Breite erweiterten Referenzsohle der Erhaltungsstrecke (km 1921 – 1910) sobald die abgestimmte Referenzsohle-neu vorliegt. Die vermessungstechnische Abstimmung der Referenzsohle-neu wird im Einvernehmen von VHP und viadonau durchgeführt und steht unmittelbar vor dem Abschluss.

- viadonau arbeitet ein Konzept zum optimierten Geschiebemanagement im Zusammenhang mit Baggerungen zur Aufrechterhaltung der Schifffahrtsrinne aus.

10 BEILAGENLISTE

- Beilage 1: Rechtliche und fachliche Stellungnahme zum Einwand des Nationalparks Donau-Auen zur Geschiebezugabe der VHP_BMNT
- Beilage 2: Abänderungsbedarf der Geschiebezugabe_BMNT+viadonau
- Beilage 3: Überlegungen zur Auswahl der Pegel_BMNT
- Beilage 4: Basisdaten und Baggerkubaturen_BMNT
- Beilage 5: Numerische Auswertung Modell 1_BMNT
- Beilage 6: KWD 1996_2010_viadonau
- Beilage 7: Auswertungen zu den Sohl Speicheränderungen in der freien Fließstrecke östlich von Wien im Zeitraum 1997-2017_viadonau
- Beilage 8: Numerische Auswertung Modell 2_Ingenieurbüro Klasz
- Beilage 9: Wesentliche Ergebnisse und Empfehlungen und Endbericht der Unterarbeitsgruppe
- Beilage 10: Auswirkungen der Sohleintiefung auf die Fischfauna_BMNT
- Beilage 11: Entwicklung der Wasserspiegellagen östlich von Wien_viadonau
- Beilage 12: Stellungnahme zu Geschiebehaushalt u. Sohlentwicklung stromab KW Freudenau_Ingenieurbüro Klasz

Anmerkung: Diese Stellungnahme war ein Zwischenschritt für die abschließende abgestimmte Beurteilung der Unterarbeitsgruppe entsprechend Beilage 9 und Kapitel 6 – SOHLENTWICKLUNG UND GESCHIEBEDEFIZIT IN DER FREIEN FLIEßSTRECKE ÖSTLICH VON WIEN

- Beilage 13: Die Bedeutung von Wasserspiegellagen und Sohlagen für die Flusslandschaft im Nationalpark Donau-Auen, Dr. Christian Baumgartner

WEITERFÜHRENDE UNTERLAGEN:

- Ausmaß und Dynamik der Sohlerosion der Donau östlich von Wien (Klasz, Habersack, Schmalfuß, Baumgartner, Gutknecht) – Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft – 2016
- Anthropogene Einflussnahme auf die Flussmorphologie der Donau in Österreich (Schmautz, Aufleger, Strobl) – ÖIAZ Heft 5-6/2002
- Wissenschaftliche Untersuchung der Geschiebe- und Eintiefungsproblematik der österreichischen Donau – Endbericht (Schmautz, Aufleger, Strobl – Juli 2000).
- Flussbauliches Gesamtprojekt, Analyse der Sohleintiefungen – BOKU, April 2017
- Bundesstrombauamt (1951): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1949 („KWD-1949“)

BEILAGENLISTE

- Bundesstrombauamt (1959): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1956 („KWD-1956“)
- Bundesstrombauamt (1970): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1970 („KWD-1970“)
- Bundesstrombauamt (1978): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1976 („KWD-1976“)
- Wasserstraßendirektion (herausgegeben 1986): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1985 („KWD-1985“)
- Wasserstraßendirektion (herausgegeben 1998): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – 1996 („KWD-1996“)
- via donau (2012): Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau – KWD-2010

11 ABKÜRZUNGEN UND FACHAUSDRÜCKE

Abkürzung	Erklärung
§21a-Verfahren	Rechtsinstrument des WRG, um nachträglich im öffentlichen Interesse gelegene Änderungen in rechtskräftigen Bescheiden durchzusetzen
Abrieb	Volumen – bzw. Masseverlust des Geschiebes bei der Bewegung der Körner auf der Flusssohle
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
Buhnen	Dammartige Querbauwerke, in der Regel von der Uferböschung ausgehend, über einen Teil des Gewässerquerschnittes reichend, engen das Gerinne mehr oder weniger stark ein, werden aber bei höheren Wasserführungen bzw. Hochwasser überströmt.
Bundesstrombauamt	Vorgängereinstitution der WSD
Erhaltungsstrecke	Festgelegter Streckenabschnitt im Unterwasser des KW Freudenu (km 1921 – 1910), wo der Verbund die festgelegte Referenzsohle aufrecht zu erhalten hat.
Erosion	Abtrag von Bodenmaterial aus dem Gerinnequerschnitt (Sohle und Böschung) durch die Kraft der Wasserwelle
Fahrwassertiefe (FW, FWT)	Für die Schifffahrt zu garantierende Wassertiefe; in der freien Fließstrecke der Donau 2,5 m bezogen auf RNW
FIA	Fisch Index Austria; Bewertungstool des Qualitätselements Fisch gemäß Wasserrahmenrichtlinie
Flurabstand	Abstand der Geländeoberkante zum Grundwasserstand
Freie Fließstrecke	Nicht vom Aufstau beeinflusste Strecke eines Gewässers
Geschiebe	Von der Wasserwelle auf oder nahe der Gewässersohle gleitend, rollend oder springend fortbewegte Körner
Geschiebefang	1) Abgegrenzter Bereich der Stromsohle, in dem über das Ausmaß von Erhaltungsbaggerungen hinaus Sohlmaterial (hier: Kies für das Geschiebemanagement) gewonnen werden darf. 2) Messeinrichtung (Korb) an der Sohle des Gerinnes positioniert zum Auffangen von Geschiebe
Geschiebetransport	Durch einen Querschnitt pro Zeiteinheit transportierte Masse (z.B.: [kg/s]) oder Volumen (z.B.: [m ³ /a]) an Geschiebe
Grenzwässerkommission	Zwischenstaatliches Fachgremium Österreich-Slowakei; ist bei flussbaulichen Eingriffen mit Auswirkungen auf den Nachbarstaat zu befassen.
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung
HQ₁₀₀	100-jährliches Hochwasserereignis: Abfluss der im statistischen (und langjährigen) Mittel 1 Mal in 100 Jahren erreicht oder überschritten wird; der zugehörige Wasserstand wird als „HW100“ bezeichnet
Kolke	Lokale, starke Eintiefungen in der Flusssohle, durch die Kraft der Wasserwelle entstanden
KW	Kraftwerk
KWD	Kennzeichnende Wasserstände der österreichischen Donau
m.ü.A	Meter über Adria; Höhenangabe in Österreich
Makrozoobenthos	Fischnährtiere (z.B. Eintagsfliegen, Würmer)
MW	Mittelwasser; Wasserstand der bei mittlerem Abfluss auftritt
NGP	Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan
NW	Niederwasser; Wasserstand der bei niedrigem Abfluss auftritt
Quartärmaterial	Grober Kies im Quartärzeitalter abgelagert, bedeckt den Großteil der Donausohle
Referenzsohle	Festgelegte Sohle, die den Zustand vor Kraftwerkerrichtung wiedergibt
RNW	Regulierungsniederwasser; Wasserstand der bei Abfluss mit einer Überschreitungsdauer von 94 % auftritt

Abkürzung	Erklärung
Schwebstoffe	Die im Wasser durch die Turbulenz in mehr oder weniger gleichmäßiger Verteilung in Schwebelage gehaltenen festen Stoffe
Seitenerosion	Abtrag von Bodenmaterial an der Uferböschung eines Gerinnes
Sohlgurt	Steindamm quer zur Fließrichtung über die gesamte Gerinnebreite, weitgehend oder gänzlich unter der Flusssohle situiert
Sohlspeicheränderung	Änderung des Sohlvolumens eines Gewässerabschnittes
Tertiärmaterial	Im Untersuchungsabschnitt: sandig-schluffig-toniges Material, unterlagert das Quartärmaterial
UW-Strecke	Unterwasserstrecke (Strecke unterhalb eines Bauwerkes)
VHP	Verbund Hydro Power GmbH
VwGH	Verwaltungsgerichtshof
WRG	Wasserrechtsgesetz
WSD	Wasserstraßendirektion (Vorgängerinstitution der viadonau)

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Wasserkörper in der Donau unterhalb KW Freudenau.....	9
Tabelle 2 Befischungsergebnisse GZÜV	9
Tabelle 3 Volumenausstrag für Berechnungsvarianten des Modell 1	17
Tabelle 4 Mittlerer Sedimentaustrag	19

