

ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG DES HOCHWASSERSCHUTZ- PROJEKTES MACHLAND NORD

Für die Erstellung des Gutachtens wurden folgende Unterlagen verwendet:

- (1) Festlegung von Überflutungsgrenzen für ein 30-jährliches und ein 100-jährliches Hochwasser an der Donau. Verbundplan. Im Auftrag des Amtes der Niederösterreich. Landesregierung, Gruppe Wasser. P2.111.0038.02.01. 2001.
- (2) Donau Hochwasserschutz Machland: 2D-Abflußmodell. ARGE 2D-Modell Machland. Im Auftrag des Hochwasserschutzverbandes Donau-Machland. GZ. 5020. 2001.
- (3) Vorläufige Wehrbetriebsordnung für das Kraftwerk Wallsee-Mitterkirchen. 5. Fassung, Verbund Austrian Hydropower, 2001.
- (4) Projekthandbuch: Hochwasserschutzverband Donau-Machland. Werner Consult, 2000.
- (5) Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau. (KWD 1996). Bundeswasserstraßenverwaltung. Hrsg. Wasserstraßendirektion. 1997.
- (6) Donau Hochwasserschutz Wallsee-Krems: Gesamtauswirkungen. Ziv.ing.gemeinschaft H. Werner und Partner. Im Auftrag des BMfWA und des Amtes der der Niederösterreich. Landesregierung Abt. B/3-A. GZI. 9253, 1997
- (7) Donau von Mauthausen bis St. Nikola an der Donau: Auswirkungen der geplanten Massnahmen auf den Abfluss. Zivilingenieurgesellschaft H. Werner und Partner. Im Auftrag des BMfWA, Abt. IX/5 und des Amtes der Oberösterreich. Landesregierung. GZ. 9522. 1996.
- (8) Donau in der Stadtgemeinde Ybbs an der Donau: Hochwasserschutzmaßnahmen. Generelles Projekt 1995. Im Auftrag des BMfWA und des Amtes der der Niederösterreich. Landesregierung Abt. B/3-A. GZI. 9307/YB/ 1995.
- (9) Donau in der Marktgemeinde Wallsee-Sindelburg: Hochwasserschutzmaßnahmen. Generelles Projekt 1994. Zivilingenieurgesellschaft H. Werner und Partner. Im Auftrag des BMfWA und des Amtes der Niederösterreich. Landesregierung Abt. B/3-A. 1994.
- (10) Donau: Hochwasserschutzdamm Au bei Strengberg. Detailprojekt 1989. Ziv.ing.büro H. Werner. Im Auftrag des BMfWA und des Amtes der Niederösterreich. Landesregierung Abt. B/3-A. GZI. 8615. 1989.
- (11) Donau: Hochwasserschutzdamm Au bei Strengberg. Generelles Projekt 1984. Ziv.ing.büro H. Werner. Im Auftrag des BMfBT und des Amtes der Niederösterreich. Landesregierung Abt. B/3-A. GZI. 8304. 1984.
- (12) Vorläufige Wehrbetriebsordnung für das Kraftwerk Ybbs-Persenbeug 2. Fassung, Österreichische Donaukraftwerke AG. 1963.

Ergänzend wurden Besprechungen mit Experten der Niederösterreich. Landesregierung, mit Herrn DI. W. Bors (Wasserstraßendirektion), mit Herrn DI. Dr. H. Hinterleitner, mit Herrn DI. Schulz und mit Mitarbeitern der Austrian Hydropower geführt.

Kapitel 1 gibt eine kurze Darstellung des Projektes Hochwasserschutz Machland Nord; Kapitel 2 beurteilt das 2D-Modell und seine Annahmen; Kapitel 3 faßt die Auswirkungen des Vorhabens auf die Niederösterreichische Seite zusammen; und im Kapitel 4 werden wesentliche Themenbereiche behandelt. Kapitel 5 faßt die Ergebnisse nochmals zusammen.

1. Geplante Maßnahmen im Nördlichen Machland

Das Machland stellt einen wichtigen Retentionsraum dar, der für die Dämpfung großer Hochwasserwellen von Bedeutung für die Unterlieger ist.

Das gegenständliche Projekt bezieht sich auf den Abschnitt nördlich der Donau von Stromkilometer (Strom-km.) 2108 bis 2068 und umfaßt den Bereich flußab von Mauthausen bis zur Landesgrenze Oberösterreich-Niederösterreich. In der Projektdokumentation wird aber mehrmals auf die Randbedingung beim Wehr des Kraftwerk (KW) Ybbs-Persenbeug Bezug genommen. In diesem Gewässerabschnitt liegen die beiden Laufkraftwerke der Austrian Hydro Power (AHP), Wallsee-Mitterkirchen und Ybbs-Persenbeug. Die Hochwasserschutzmaßnahmen für Mauthausen liegen nicht im gegenständlichen Untersuchungsgebiet. Diese könnten aber Auswirkungen auf die Abgabe in die beidseitigen Hinterlandbereiche bei den Überströmstrecken haben. Untersuchungen liegen dazu vom Büro Werner für stationäre Abflußverhältnisse vor.

Nicht enthalten im Projektsgebiet ist das rechte Vorland flußab der Überströmstrecke zwischen Strom-km. 2106 und 2104 bis in den Altarm Wallsee, sowie auch der Donaustrom selbst oberhalb von Wallsee. Der Abfluß wird dort für die Berechnung vorgegeben.

Die geplanten Maßnahmen sind nach zwei Ausbaugraden (Grad des Hochwasserschutzes) zu unterscheiden. In kritischen, häufig überfluteten Gebieten werden die Schutzmaßnahmen auf ein HQ₃₀ ausgelegt, in Ufer fernen Bereichen erfolgt ein HQ₁₀₀ Schutz. Bei allen größeren Ereignissen werden auch diese Schutzdeiche überströmt. Die geplanten Dammlängen betragen für HQ₃₀ 10.3 km und für HQ₁₀₀ 27.6 km.

Bei den geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen würden bei einem HQ₁₀₀ ca 11 Mio. m³ an Retentionsraum wegfallen. Laut Projekt sind das knapp über 5% des Retentionsraumes bei HQ₁₀₀, wobei diese Zahlen noch einer Prüfung zu unterziehen sind. Genaue Angaben über den Wegfall an Retentionsraum bei Hochwässern verschiedener Jährlichkeiten sind daher zu Beurteilung notwendig.

Nicht enthalten im Projektsgebiet ist das rechte Vorland flußab der Überströmstrecke zwischen Strom-km. 2106 und 2104 bis in den Altarm Wallsee, sowie auch der Donaustrom selbst oberhalb von Wallsee. Daher wird empfohlen, dieses Gebiet in die Betrachtung mit einzubeziehen.

Genaue Angaben über den Wegfall an Retentionsraum bei Hochwässern verschiedener Jährlichkeiten sind ergänzend zur Beurteilung der Projektauswirkungen notwendig.

2. Beurteilung des angewandten zwei-dimensionalen Modelles (2D-Modell)

2.1 Modellkonzept:

Es wurde ein 2-D Modell herangezogen, wobei über die Tiefen gemittelt wird und somit ein Gleichungssystem analog den Flachwassergleichungen entsteht. Das Reibungsgefälle wird nach Darcy-Weißbach berechnet. Ein kombiniertes Netz aus Drei- und Vierecken ermöglicht eine gute Anpassung an das Gelände. Insgesamt wurde das Projektsgebiet durch 260 000 Elemente abgedeckt. Als unterer Rand wurde die Wehranlage Ybbs herangezogen.

Es handelt sich dabei um ein, dem Stand der Technik entsprechendes Verfahren, das bisher in Österreich noch nicht für eine derartig große Fläche bzw. Längenabschnitt entlang eines Fließgewässers angewandt wurde. Das Modell erlaubt in seiner derzeitigen Anwendung eine Aussage über die Spiegelveränderungen im Machland und begrenzt auch für den Strudengau. Es lassen sich daraus keine Aussagen im Hinblick auf Abflußbeschleunigung und auf die Verschärfung der Hochwassergefährdung für die Unterlieger ziehen.

Die Oberflächenbeschaffenheit im Vorland wurde auf Grund der Landnutzungen festgelegt, die aus der photogrammetrischen Auswertung übernommen wurden. Jeder Nutzungsklasse wurde ein Rauigkeitsbeiwert, der K_{Str} -Wert zugeordnet, der für die Strömungsgeschwindigkeit wesentlich ist. Die K_{Str} -Werte variierten für den

- Stromschlauch der Donau zwischen 31 und 34,
- die Uferböschungen wurden mit 27 angesetzt,
- Waldgebiete wurde der Wert 11 zugewiesen,
- Wiesen/Äcker erhielten 20 und
- Siedlungen 10.

Die Wahl des K_{Str} -Wertes bestimmt über die Strömungsgeschwindigkeit auch die Wassertiefe und somit stellt dieser Wert eine wesentliche Modellannahme dar.

2.2 Kalibrierung:

Für die Eichung dienten die Hochwasserwellen 1991, 85 und 81, sowie Hochwassermarken der Wasserstraßendirektion (WSD), der Austrian Hydro Power (AHP) und des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung. Die vorgestellten Berechnungen wurden allerdings für stationäre Situationen ermittelt, bei der ein zeitlich konstanter Abfluß angenommen wird. Tatsächlich wurde aber intern ein instationäres Modell gerechnet. Bisher wurden die Fälle eines HQ_{30} und HQ_{100} berechnet und die Veränderungen im Vergleich zum Istzustand dargestellt. Der Schwerpunkt der Darstellungen liegt allerdings auf dem HQ_{1991} . Fragen ergeben sich im Hinblick auf die Instationarität des Abflußgeschehens und die Art der Variation. Ein Vergleich mit den Hochwassermarken des Ereignisses 1991 zeigte folgendes Bild:

Abschnitt	Punktezahl	Mittlere Abweichung
Naarn-Hütting	27	+0.09 m
Hütting-Dornach	40	+0.01 m

Strudengau 15 -0.11 m

Im Bereich Naarn-Hütting weichen die Messungen an 4 Punkten deutlich von den Berechnungen ab (30-50 cm).

Die Abweichungen im Strudengau sind höher, wobei zu bemerken ist, daß hier hydraulisch einfachere Verhältnisse gegeben sind, da ein einfach gegliederter Abflußquerschnitt besteht. Sie erreichen im Raum Grein an einem Meßpunkt -0.32 m, im Raum Struden-St. Nikola -0.20 m an 2 Punkten bzw. -0.43 m an einem Punkt.

Insgesamt paßt das Modell ganz gut, doch bestehen sowohl Abweichungen zu den Kennzeichnenden Wasserständen der Donau als auch zu den beobachteten Hochwassermarken. Insbesondere im Raum Naarn und im Strudengau sind die Abweichungen beträchtlich, $0.2 - 0.5$ m.

Die vorliegenden Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf stationäre Zustände und lassen keine Aussage im Hinblick auf den Wellenablauf zu.

2.3 Analyse der Abweichungen und Sensitivitätsanalyse:

Als Ursachen für die Abweichungen im Strudengau werden angeführt:

- Infolge des heterogenen Profils kann es zu Umlagerungen bei Hochwässern kommen, die zu derartigen Abweichungen führen.
- Der Profilabstand von 100 m ist nicht ausreichend für diesen Abschnitt, da eine hohe Variation im Längsverlauf besteht.
- Maßnahmen und Eingriffe in das Gewässer wie Baggerungen sind zwar vorhanden, doch zeigen die Aufnahmen von 1999 und 2000 im Bereich der Insel Wörth keine wesentlichen Unterschiede. Auch die WSD sieht den Abschnitt als ziemlich ausgeglichen an.
- Sofern Hochwassermarken im Anströmbereich liegen kann auch durch Wellenschlag bzw. durch Aufstau eine höhere Wasseranschlagslinie bedingt sein. Bei 2 m/s Fließgeschwindigkeit wären das ca. 20 cm, was noch immer deutlich weniger ist als beobachtet wurde.

Um unterschiedliche Vegetationszustände in ihrer Wirkung auf das Hochwassergeschehen zu erfassen wurden Sensitivitätsuntersuchungen durchgeführt, indem die K_{str} -Werte variiert wurden. (Wald 8-12; Acker 14-20). Die Auswirkungen in der resultierenden Spiegellage betragen ca. 10 cm für den Raum Mitterkirchen-Dornach.

Bisher sind die Abweichungen von Modellrechnung und Hochwassermarken nur ansatzweise geklärt. Es ist speziell im Bereich des Strudengau und im nördlichen Hinterland eine plausible Interpretation für die Abweichungen zu liefern bzw. durch Variation der K_{str} -Werte eine bessere Anpassung zu versuchen.

2.4 Berechnung des Bestandes:

Spiegellage:

Es wurden zwei stationäre Spiegellagen mit HQ_{30} 9 900 m³/s und HQ_{100} 11 200 m³/s gerechnet. Die Spiegellage bei HQ_{30} liegt durchwegs über den Werten des Ereignisses von 1991.

Die berechneten Spiegellagen für HQ_{30} und HQ_{100} liegen im Raum Naarn-Ruprechtshofen um ca. 0,40 m auseinander; bei Hütting beträgt der Unterschied etwa 0,70 m und bei Ardagger 0,90 m. Der gleiche Wert gilt auch für Grein und St. Nikola, während bei Sarmingstein der Unterschied mit 0,60m angegeben wird.

Die Abflußanteile für das Hinterland sind unten in Tabelle 1 aufgelistet. Flußab vom KW Wallsee strömt zusätzlich Donauwasser in das nördliche Hinterland. Dann fließt der Vorlandanteil ohne größere Interaktion mit der Donau bis Dornach ab.

Im südlichen Hinterland erfolgt die Einströmung unmittelbar flußab von Wallsee auf einer Länge von ca. 2km recht deutlich. Die Abflußanteile im Machland im Profil bei Strom-km 2089 wurden wie folgt ermittelt:

Tabelle 1: Aufteilung des Abflusses im Querprofil

Bereich	HQ_{30} (m ³ /s)	HQ_{100} (m ³ /s)
Gesamtabfluß	9 900	11 200
Davon		
Im Nördlichen Machland	2 400	3 000
Donau	4 900	5 100
Südliches Machland	2 600	3 100

Geschwindigkeiten:

Im nördlichen Hinterland, flußab der Überströmstrecke, treten im Bereich Au-Naarn höhere Fließgeschwindigkeiten auf, die bis zu 1m/s betragen. Die Schleppspannungen liegen im Einströmbereich bei 30 N/m².

Bei Hütting variieren die Fließgeschwindigkeiten auf kleinräumiger Skala sehr stark. Im Machland liegen die Fließgeschwindigkeiten bei 0,3 m/s bis 0,5 m/s, die allerdings nach Norden hin deutlich abnehmen, sodaß sich größere Totwasserbereiche ausbilden.

Im südlichen Machland liegen die Strömungsgeschwindigkeiten bei 0,2 bis 0,3 m/s; Toträume sind eigentlich nicht fest zu stellen. Im Strudengau treten die höchsten Geschwindigkeiten mit ca 3,5 m/s auf. Dementsprechend hoch sind auch die Schleppspannungen, die im Strom bei 50-70 N/m² liegen, stark beanspruchte Uferabschnitte können bis 100 N/m² ausgesetzt sein (Sarmingstein, St. Nikola).

3. Die Auswirkungen des Projektes auf Niederösterreich:

3.1 Projektsbeschreibung:

Zwei Planungsszenarien werden untersucht: Die Grundvariante und eine Insellösung für den Raum Hütting.

Grundvariante:

Im Raum Naarn-Hütting wird eine bei HQ₁₀₀ überflutete Fläche von rund 600 ha und einem Volumen von 4.2 Mio m³ eingepoldert.

Im Bereich Hütting-Dornach wird bei HQ₁₀₀ eine Fläche von 1080 ha eingepoldert und damit entfällt ein Retentionsvolumen von 6.9 Mio m³. Bei HQ₃₀ entfallen 716 ha, wobei keine Volumsangabe dazu vorhanden ist. Die geplante Dammführung bei Mitterkirchen_Hütting engt den Abflußquerschnitt auf ca. 400 m ein. Da der Polder ab HQ₃₀ geflutet wird, ergeben sich laut Studie bei HQ₁₀₀ die gleichen Aufhöhungen wie bei HQ₃₀. Dieser Punkt ist nicht klar, da durch den Hochwasserschutzdeich, auch wenn er geflutet ist, der abflußwirksame Querschnitt reduziert ist.

Variante Hütting:

Der Polder Hütting wird verkleinert, sodaß eine Umströmung erfolgen kann. Der Ringdeich Hütting wird mit einem HQ₁₀₀-Schutz angenommen. Die Förderleistung des nördlich Hüttings gelegenen Querschnittes beträgt demnach bei HQ₁₀₀ ca. 400 m³/s.

3.2 Vorgangsweise:

Zuerst wurde die Wasserspiegellage für das HQ₃₀ ermittelt; dann die geplanten HQ₃₀ Dämme höhenmäßig ausgerichtet, die Überströmstrecken sowie das Freibord festgelegt und dann die HQ₁₀₀ Berechnung mit den gegebenen HQ-Dämmen vorgenommen. Die Aussage, daß im Strudengau überhaupt keine Unterschiede zwischen Istzustand und Ausbauzustand auftreten, ist nicht überraschend, da stationär gerechnet wird.

3.3 Projektauswirkungen:

Die Auswirkungen sind generell nach überregionalen Gesichtspunkten und im Hinblick auf das Südliche Machland zu beurteilen.

3.3.1 Generelle Auswirkungen

Generell bedeutet jeder Wegfall an Retentionsraum eine Beschleunigung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Hochwässern und eine Versteilung der Welle in der Donau, was mit einer Verschärfung der Hochwassergefahr für die Unterlieger verbunden ist. Auch wenn die Auswirkungen von Einzelmaßnahmen gering sind, so ist doch der Summeneffekt zu berücksichtigen. Dies ist deutlich im Abflußgeschehen der Donau von Ybbs bis Wien erkennbar. Es zeigen die großen Hochwässer der letzten Jahrzehnte eine deutliche Beschleunigung des Hochwasserabflusses, wozu nachfolgend die Laufzeiten der Wellenscheitel von Ybbs bis Wien verwendet werden

(Angaben von der WSD). Dies ist durch die Wirkung aller Maßnahmen entlang der Donau und der Zubringer zu erklären, wo durch die Eindeichung Retentionsräume reduziert und die Abflußgeschwindigkeit bei Hochwässern erhöht wurde.

1954 54 h
 1965 45 h
 1975 38 h
 1981 32 h
 1991 16 h

3.3.2 Die regionalen Auswirkungen:

Nach dem 2D-Modell sind zwar die Auswirkungen im Machland gering, aber dennoch erkennbar. Nachfolgend wird die Anhebung des Wasserspiegels durch die geplanten Maßnahmen für den Niederösterreichischen Bereich quantifiziert (Tabelle 2).

Tabelle 2: Auswirkungen auf die Hochwasserspiegellage im Gebiet

Lageangabe	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀
Altarm Wallsee	7-9 cm	8-13 cm
Wallsee	2-8 cm	3-12 cm
Sommerau-Leitzing	2 cm	3-4 cm
Einpfing	---	1 cm
Ardagger	---	---

Aus den Plänen ist ersichtlich, daß die Aufhöhung bei HQ₁₀₀ bei Wallsee ca 13 cm beträgt. Nach oben hin nimmt im Altarm die Rückstauwirkung langsam ab. Die Begründung, daß durch die Straßenbrücke (Zufahrtsstraße KW Wallsee) ein Aufstau erfolgt ist zwar richtig, da sie eine Engstelle darstellt. Dies hat aber keinen Effekt beim Vergleich mit dem Istzustand; also alle Anhebungen rechtsufrig sind daher durch die linksufrigen Hochwasserschutzmaßnahmen bedingt. Weiters ist zu hinterfragen, ob der geflutete Polder Hütting die gleiche Abflußleistung aufweist wie im Istzustand. Die Anhebungen im südlichen Machland (Sommerau-Leitzing-Einpfing) liegen zwischen 1-3 cm. Ab Ardagger Markt ist kein Spiegelunterschied mehr festzustellen.

Die Strömungsgeschwindigkeiten erhöhen sich im Raum Wallsee (ca +5 % laut Studie). Im Oberösterreichischen Bereich liegen die Aufspiegelungen beträchtlich höher und erreichen für ein HQ₁₀₀ im Raum Wörth und Hütting 30-50 cm.

Generell bedeutet jeder Wegfall an Retentionsraum eine Beschleunigung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Hochwässern und eine Versteilung der Welle, was mit einer Verschärfung der Hochwassergefahr für die Unterlieger verbunden ist.

Nach dem 2D-Modell sind zwar die Auswirkungen im Machland gering, aber dennoch erkennbar. Aus den Plänen ist ersichtlich, daß die Aufhöhung bei HQ₁₀₀ bei Wallsee je nach Ausbauvariante ca 10 - 13 cm beträgt. Nach oben hin nimmt im Altarm die Rückstauwirkung langsam ab.

Weiters ist zu hinterfragen, ob der geflutete Polder Hütting die gleiche Abflußleistung aufweist wie im Istzustand.

4. Themenbereiche

Aus dieser Darstellung ergeben sich einige Themenbereiche, die nachfolgend abgehandelt werden.

4.1 Spiegellagen:

Die Berechnungen hängen wesentlich von den getroffenen Annahmen ab. Insbesondere beeinflussen die Rauigkeiten (Fließwiderstände) die Wasserspiegellagen. Diese Beiwerte sind einerseits aus der Natur zu schätzen, wobei die Landnutzung einen wesentlichen Einfluß hat. Andererseits verwendet man Hochwassermarken von früheren Hochwässern um daraus die Rauigkeiten rückzurechnen.

Insgesamt ist die Anpassung an die Hochwasserwelle 1991 als gut zu bezeichnen. Allerdings ergeben sich örtlich durchaus Abweichungen von den Beobachtungen, die nachfolgend angeführt sind:

Im Bereich Altarm Wallsee	-(13-15 cm)
Linksufrig flußab der Überströmstrecke	+(20-50 cm)
Rechtsufrig Sommerau-Leitzing	+(4-6 cm)
St. Nikola, Grein	-(20cm–40 cm)

Ein negatives Vorzeichen bedeutet, daß die berechnete Spiegellage tiefer als die beobachtete liegt. Auch wenn diese Berechnungen eine bessere Anpassung als andere frühere Untersuchungen liefern, bedürfen die Abweichungen einer näheren Begründung. Insbesondere die Abweichungen im Strudengau (St. Nikola) sind zu prüfen, da der Wasserstand beim KW Ybbs als Randbedingung vorgegeben wurde und somit die Oberliegerwasserstände deutlich beeinflußt. Eine Anhebung des Berechnungswasserstandes auf die beobachteten Werte kann somit die Wasserstände im Machland, zumindest im Raum Ardagger verändern.

Als Referenz sind auch die KWD 1996 der WSD heranzuziehen. Dabei ist festzuhalten, daß die angegebenen Spiegelhöhen nur für den Stromschlauch gelten, und wie explizit festgehalten wird, besitzen diese Werte keine Gültigkeit im Überflutungsgebiet. Grundlage für die Ermittlung der Spiegellagen bildet der 100-jährliche Durchfluss (HQ₁₀₀), welcher der Broschüre „Die Hochwässer der Donau“ von Dr. Ing. Werner Kresser (Schriftenreihe des österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, Heft 32/33) entnommen wurde.

Diese Festlegung des HQ₁₀₀ beruht auf statistischen Auswertungen in den 70er-Jahren des vorigen Jahrhunderts.

Weiters werden unmittelbar nach Durchgang eines Hochwassers von der WSD an möglichst vielen Stellen entlang der Donau die Höchststände vermarktet, eingemessen und Wasserspiegel-Längenschnitte erstellt. Damit kann unter Heranziehung der MW- und HSW-Koten sowie bekannter Spiegellagen kleinerer Hochwässer an jeden beliebigen Strom-km eine angenäherte Konsumtionskurve erstellt werden. Die Hochwasseräste der Konsumtionskurven verlaufen relativ stetig und ohne stärkere Krümmungsänderungen. Eine Extrapolation um 0,5 m bis 1,5 m wird daher mit ausreichender Genauigkeit (rd. $\pm 0,1 - 0,2$ m) als zulässig angesehen.

Ein nicht zu vernachlässigender Unsicherheitsfaktor ist jedoch auch die Ermittlung des Hochwasserdurchflusses. Sowohl den hydrographischen Durchflussmessungen als auch den Kraftwerksangaben wird im Hochwasserfall üblicherweise eine Genauigkeit von $\pm 5\%$ zugemessen, wobei die tatsächlichen Schranken noch höher liegen dürften. Daher wird auch z.B. das HW 1991 als „25 - 30-jährliches“ Ereignis eingestuft.

Aus all den vorgenannten Gründen erscheint es daher wichtig darauf hinzuweisen, dass die Spiegellagen des HW_{100} in den KWD als „**Richtwerte**“ bezeichnet werden.

Es erscheint daher zielführend, daß die Modellberechnungen zuerst an beobachtete Hochwassermarken angeglichen werden. Die Abweichungen davon, insbesondere jene im Strudengau und im Raum Hütting sind plausibel zu erklären.

Da auch Abweichungen infolge instationärer Fließvorgänge möglich sind, sollte der zeitliche Verlauf des Hochwassergeschehens modelliert werden. Um unterschiedliche Annahmen (Landnutzungsklassen und Rauigkeiten) in ihrer Wirkung auf das Hochwassergeschehen zu erfassen sind Sensitivitätsuntersuchungen durchzuführen, indem die K_{str} -Werte variiert wurden. Wie eine bereits erfolgte Analyse von Schulz und Nujic zeigt, bewirkt die Variation für Wald (8-12) und Acker (14-20) Auswirkungen in der resultierenden Spiegellage von ca. 10 cm für den Raum Mitterkirchen-Dornach.

Die Berechnung der Spiegellagen baut im wesentlichen auf den Daten des Jahres 1991 auf, die etwa einem 25-30-jährlichen Ereignis entsprechen. Hochwassermarken von größeren Ereignissen liegen nicht in brauchbarer Qualität vor. Wie angeführt weichen in einigen Bereichen die Berechnungen deutlich von den Beobachtungen ab; ebenso bestehen Unterschiede zu den Kennzeichnenden Wasserständen der Donau. Berücksichtigt man, daß die Rauigkeiten keine Absolutgrößen darstellen, sondern von der Größe des Abflusses abhängen, so ergeben sich größere Unsicherheiten in der Berechnung der HQ_{100} Spiegellage.

Es sind daher Sensitivitätsuntersuchungen vorzunehmen, die die Unsicherheit quantifizieren und die Abweichungen zu Beobachtungen besser beurteilen lassen. Da die Rückstaudeiche bei Erreichen von Grenzwerten (HQ_{30} und HQ_{100}) überströmt werden sollen, besitzt die Ermittlung der entsprechenden Spiegellage besondere Bedeutung.

4.2 Maximale Spiegelhöhen und Retentionsraum:

Im Rahmen der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen werden 27,6 km HQ_{100} Deiche und 10,3 km HQ_{30} Deiche errichtet und es fallen bei HQ_{100} ca. 11 Mio m^3 an Retentionsraum weg. Für eine bessere Beurteilung wird eine Beziehung zwischen Gesamtabfluß und Verlust an Retentionsraum benötigt.

Aus den Unterlagen geht hervor, daß die Polder Hütting und Mettendorf bei HQ_{30} geflutet werden und dafür Überströmstrecken vorzusehen sind. Unklar ist die Situation beim HQ_{100} Hochwasserschutz. Wie aus der Studie Hochwasserschutz Machland Nord 1994 hervor geht, wird zur HW_{100} Spiegellage noch ein Freibord von 0.50 m hinzugerechnet. Dazu ist anzumerken, daß die derzeitige HW_{100} Spiegellage einmal schon durch das Projekt verändert wird und andererseits bei einem

zusätzlichen Freibord eine weitere Verschärfung für die Niederösterreichische Seite zu erwarten wäre. Die Auswirkungen würden sich dann bis zu einem ca. 400-jährlichen Ereignis zeigen.

Es ist daher einmal der Effekt der 0,5 m Sicherheitshöhe bei Extremereignissen zu beurteilen und gleichzeitig sollten Überströmstrecken im HQ₁₀₀ Deich vorgesehen werden. Deren Lage und Kote sollte frühzeitig in der Planung bekannt sein.

Wie aus der Studie Hochwasserschutz Machland Nord 1994 hervor geht, wird zur HW₁₀₀ Spiegellage noch ein Freibord von 0.50 m hinzugerechnet. Dazu ist anzumerken, daß die derzeitige HW₁₀₀ Spiegellage einmal schon durch das Projekt verändert wird und andererseits bei einem zusätzlichen Freibord eine weitere Verschärfung für die Niederösterreichische Seite zu erwarten wäre. Die Auswirkungen würden sich dann bis zu einem ca. 400-jährlichen Ereignis zeigen. Dies ist in den Berechnungen auszuweisen.

Es ist sicher zu stellen, daß die Deiche bereits bei den jeweils angegebenen Hochwässern (HQ₃₀ und HQ₁₀₀) tatsächlich überflutet werden, um eine zusätzliche negative Einwirkung auf den niederösterreichischen Teil zu vermeiden.

In den diversen Unterlagen findet man voneinander abweichende Angaben zu den Spiegellagen. Eine Einigung auf eine allgemein anerkannte Referenz ist anzustreben, wobei von den amtlichen Werten auszugehen wäre.

4.3 Instationäres Abflußmodell

Das derzeit vorliegende Modellergebnis erlaubt keine Beurteilung im Hinblick auf die Beschleunigung des Hochwasserwellenablaufes, ausgedrückt durch die Verkürzung der Wellenlaufzeiten, und auch keine Aussage im Hinblick auf die Anhebung des Wellenscheitels. Es wird daher vorgeschlagen ein instationäres 2D-Modell anzuwenden. Laut Information von Schulz und Nujic arbeitet das Modell derzeit auch schon instationär, sodaß diese Arbeiten zügig durchgeführt werden könnten.

Dafür ist die Angabe einer Zuflußganglinie sowie einer Wasserstands-Abfluß Beziehung für die flußab gelegene Randbedingung nötig. Letztere ist durch die Wehrbetriebsordnung des KW Ybbs gegeben. Durch die Festlegung des Wasserstandes in der Wehrachse Ybbs werden die Oberwasserbedingungen festgelegt.

Wehrbetriebsordnung KW Ybbs-Persenbeug (Bescheid vom 4.Jänner 1963)

Als Stauziel gilt 226,20 müA bis zu einer Wasserführung, bei der das Staumaß beim Pegel Sarmingstein 226, 50 müA (handschriftlich 226, 60 müA) erreicht ist. Sodann ist das Wehr so zu bedienen, daß bis zur vollständigen Öffnung der Wehrfelder der Wasserstand von 226,50 (handschriftlich +/- 10 cm) beim Pegel Sarmingstein nicht überschritten wird.

Für Abflüsse geringer als 1 300 m³/s sind, ähnlich wie beim KW Wallsee, Abweichungen vom Stauziel von +30 bis -20 cm zulässig. Bei Tageswasserführungen von mehr als 1 300 m³/s können aus energiewirtschaftlicher

Sicht Schwallwellen mit Aufhöhungen des Wasserstandes im Unterwasser bis zu 40 cm abgegeben werden. Eine Obergrenze des dafür zulässigen Abflußbereiches ist nicht angegeben. Die Toleranzgrenzen für das Stauziel gelten auch für diesen Fall wie eingangs angeführt.

Hier ist noch zu klären, welche Relevanz die handschriftlichen Eintragungen in den Wehrbetriebsordnungen haben. Wie z.B. aus der Hochwasserabflußganglinie 1991 erkennbar ist kam es unmittelbar vor dem Abflußscheiden zu wehrbetriebsbedingten Abflußschwankungen, die auch an den flußab gelegenen Kraftwerken Altenwörth und Greifenstein noch gut zu beobachten waren. Im Zuge des Projektes sind die gewählten Randbedingungen zu prüfen und genau auszuweisen, um eine nachvollziehbare Überprüfung zu gewährleisten.

Auswahl der Bemessungswelle:

Die Auswahl der Bemessungswelle ist von essentieller Bedeutung für die Beurteilung der Wirkungen durch den Verlust an Retentionsraum. Es wird vorgeschlagen zwei Ereignisse heranzuziehen: das Ereignis 1991, das bereits bisher in die Berechnung einging und das HW1954.

Das Ereignis von 1991 erreichte im Gebiet eine Abflußspitze von 9 600 m³/s und entspricht damit knapp einem 30-jährlichen Ereignis. Das Ereignis ist gut dokumentiert.

Laut der Studie der Verbundplan (2001) hatte das Hochwasser von 1954 im oberösterreichischen Donauabschnitt eine Jährlichkeit von mehr als 40 Jahren, bei Wien hingegen nur von ca. 40 Jahren. Allerdings sei darauf hingewiesen, daß seit 1954 grundsätzliche Veränderungen in der Abflußgeometrie und in den Landnutzungen erfolgten. Es dürfte daher schwierig sein, eine Kalibrierung für dieses Ereignis vorzunehmen. Es wird daher angeregt, dieses Ereignis bei heutigen Bedingungen und dann bei ausgebautem Hochwasserschutz zu simulieren und daraus Schlüsse im Hinblick auf die Abflußdynamik abzuleiten. Insbesondere sind die Füllzeiten der Polder und ihre Wirkung auf den Wellenablauf zu beurteilen. Als Ergebnis sollten jedenfalls die Laufzeiten, die Scheitelerhöhung, die Wirkung im Gebiet und auf die Unterlieger dargestellt werden.

Die vorliegenden Berechnungen beziehen sich auf rein stationäre Angaben. Sie erlauben daher keinen Schluß auf die Veränderung der Hochwasserdynamik. Es ist daher nötig instationäre Berechnungen durchzuführen. Diese sollen sich an beobachteten Ereignissen orientieren, z.B. an den Ereignissen 1954 und 1991.

Die Veränderungen im Gebiet und für die Unterlieger sind anzugeben.

4.4. Überströmstrecke und Berücksichtigung des rechten Hinterlandes:

Die Überströmstrecke hat in der Natur eine Länge von 2,0 km und reicht von Strom-km 2106,0 bis 2104,0. Laut AHP Bericht (2001) liegt die Kote bei Strom-km. 2104 auf 240.83 müA und steigt bei Strom-km. 2106 auf 240.89 müA. 1991 wurde der konsensmäßige Zustand wieder hergestellt, indem einzelne Abschnitte der Wehrkrone aufgehöhrt wurden. Die beidseitigen Entlastungseinrichtungen werden in

diversen Modellrechnungen entsprechend dem hydraulischen Modellversuch beaufschlagt. Es gilt:

Q Donau, gesamt (m ³ /s)	Q linkes Vorland (m ³ /s)	Q rechtes Vorland (m ³ /s)
6200	0	0
7000	275	220
8500	381	304
10200	997	680
11500	1500	1200

Bisher wird in allen Modellrechnungen angenommen, daß ein vollkommener Überfall besteht und daß daher insbesondere das rechte Hinterland nicht berücksichtigt zu werden braucht. Hier ist abzuklären bis zu welcher Wasserführung in der Donau diese Annahme gerechtfertigt ist. In den Plandarstellungen des 2D-Modelles liegt die Spiegellage landeinwärts schon auf einer vergleichbaren Kote wie im oberen Teil der linken Überströmstrecke. Weiters ist auf Grund der bisher vorliegenden Wasserstandaufzeichnungen die Hypothese zu überprüfen, daß rechtsseitig eine etwas geringere Beaufschlagung erfolgt als linksseitig.

Da weiter flußab der Abflußquerschnitt zwischen dem Deich und dem Rückstaudamm relativ schmal ist, muß der Binnendeich bei größeren Ereignissen (HQ₂₀) geflutet werden. Die Förderleistung beträgt etwa 460 m³/s. Bei HQ₂₀, was einer Wasserführung in der Donau von 8400 m³/s entspricht, erfolgt sowohl der Einstau vom Unterwasser als auch die Überströmung des Dammes. Die Überströmung des Binnendamms erfolgt gestaffelt, sodaß bis zum RHHQ von 14000 m³/s keine nachteiligen Einflüsse auf die Überströmstrecke gegeben sind. Ab einem HQ₄₀ (insgesamt 10 300 m³/s) wird der gesamte Binnendeich überströmt. Der Abfluß im rechten Vorland beträgt dann ca 705 m³/s. Da der Abfluß vom Unterwasser des KW Wallsee teilweise rückgestaut wird, sollte auch dieser Abflußbereich in die 2D-Modellierung einbezogen werden. Insbesondere das dynamische Verhalten (beim HW91 und beim HW54) wäre in diesem Gebiet zu analysieren.

Bisher wird in allen Modellrechnungen angenommen, daß ein vollkommener Überfall besteht und daß daher insbesondere das rechte Hinterland nicht berücksichtigt zu werden braucht. Hier ist zu klären bis zu welcher Wasserführung in der Donau diese Annahme gerechtfertigt ist.

In den Plandarstellungen des 2D-Modelles liegt die Spiegellage landeinwärts schon auf einer vergleichbaren Kote wie im oberen Teil der linken Überströmstrecke. Weiters ist auf Grund der bisher vorliegenden Wasserstandaufzeichnungen die Hypothese zu überprüfen, daß rechtsseitig eine etwas geringere Beaufschlagung erfolgt als linksseitig.

Es ist daher der rechtsufrige Teil des Hinterlandes flußab der Überströmstrecke in die Modellrechnungen einzubeziehen. Dafür ist auch die Ausweitung des digitalen Geländehöhenmodells notwendig, da dieser Bereich (Strengberg Au bis Wallsee) noch nicht im Modell abgedeckt wird.

5. Zusammenfassung und Forderungen aus Niederösterreichischer Sicht:

Die geplanten Maßnahmen im Nördlichen Machland haben Auswirkungen auf das Südliche Machland. Die Anhebungen der Spiegellage sind gering, aber nachweisbar.

Die Auswirkungen auf die Unterlieger sind ebenfalls gegeben. Diese sind ebenfalls als gering zu bezeichnen und auf Grund der stationären Berechnungsergebnisse derzeit nicht genau quantifizierbar.

Es liegen derzeit keine Angaben über die Zuverlässigkeit der Berechnung vor.

Es ergeben sich demnach folgende Forderungen aus Niederösterreichischer Sicht um die offenen Fragen zu klären:

(1) Es ist eine plausible Interpretation für die Abweichung der Berechnungen von den beobachteten Wasserständen zu liefern. Im Bericht zum 2D-Modell sind dazu Ansätze enthalten. Eine Klärung fehlt allerdings noch.

(2) Die getroffenen Annahmen, insbesondere in den Rauigkeiten, sind durch eine Sensitivitätsanalyse zu ergänzen. Damit kann auch die Zuverlässigkeit der Berechnungen besser beurteilt werden.

(3) Die verwendeten Geländekoten sind auf Aktualität zu überprüfen. Laut Auskunft des Projektkoordinationsbureaus beziehen sich die Höhenangaben für das digitale Geländemodell im Raum Ardagger auf Flugdaten von 1988, bei Wallsee auf 1990 und bei Sarmingstein auf 1991. Die übrigen Gebiete sind durch aktuelle Befliegungstermine abgedeckt. Hier ist zu prüfen, wie die aktuellen Stromprofile mit den älteren Geländeaufnahmen verknüpft wurden und in welchem Zeitraum die Geländeprofile erhoben wurden.

(4) Für das rechtsufrige Hinterland von der Überströmstrecke bei Strengberg Au bis Wallsee liegen derzeit keine Spiegellagenberechnungen vor, da die Dotation von der Donau her als vollkommener Überfall angesehen wird. Dieser Annahme ist zwar zuzustimmen, aber es ist zu klären, bis zu welchem Donauabfluß diese Annahme zutrifft. Die Plandarstellungen zeigen bereits vergleichbare Spiegelhöhen im Hinterland und im Fluß.

Es wurden auch bauliche Änderungen an der Überströmstrecke vorgenommen und es sollte geklärt werden, welche Auswirkungen in diesem Bereich zu erwarten sind.

(5) Für die Beurteilung der Wellenverformung ist eine instationäre Berechnung notwendig, die derzeit nicht vorliegt. Maßgebend ist dabei die Vorgabe eines repräsentativen Ereignisses. Erst daraus können Folgerungen über die Beschleunigung und Verteilung von Hochwasserwellen für die Unterlieger gezogen werden. Wesentlich ist dabei die Auswahl der zu beurteilenden Hochwasserwelle. Es sollte ein gut beobachtetes Ereignis mit entsprechender Größe (Jährlichkeit) sein. Dementsprechend kommen nur wenige Ereignisse in Frage und es wird das HW 1954 vorgeschlagen.

(6) Festlegung eines Beweissicherungsprogrammes. In diesem soll die Abgabe über die Überströmstrecken erfaßt werden, weiters sind Vorlandpegel auf beiden Seiten

der Donau einzurichten, die eine genaue Dokumentation von großflächigen Überflutungen dokumentieren.

(7) Die Auswirkungen des Hochwasserschutzes im Bereich Mauthausen werden nicht behandelt. Es ist klar zu legen, inwieweit eine Verschärfung dadurch zu erwarten ist.

(8) Im Machland bewirken die großflächigen Überflutungen immer wieder lokal auch mächtige Ablagerungen. Es ist darzulegen, inwieweit Auswirkungen auf das südliche Machland zu erwarten sind. Generell sind derartige Aussagen mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Es sollten die Sedimentablagerungen kartiert und an einigen Punkten auch in ihrer Mächtigkeit erfaßt werden. Durch Beweissicherungsmaßen ist auch diese Frage einer Klärung zuzuführen.

O.Univ.Prof.Dipl.Ing.Dr.H.P. Nachtnebel

Wien, 20.02.02.

GLOSSAR:

AHP:	Austrian Hydro Power
HQ ₁₀₀ :	100-jährliches Hochwasser
HQ ₃₀ :	30-jährliches Hochwasser
HSW 96:	Als höchster Schifffahrtswasserstand 1996 (HSW 96) ist - entsprechend den Richtlinien der Donaukommission - jener Wasserstand anzusehen, der einem Abfluß mit einer Überschreitungsdauer von 1 % entspricht. Für die Bestimmung der Abflußdauerlinie wurde eine Periode von 30 Jahren (1961-1990) herangezogen.
HW54:	Hochwasser 1954
HW91:	Hochwasser 1991
Instationäre Strömung:	Strömung mit zeitlichen Änderungen der Geschwindigkeit (DIN 4044)
K _{Str} -Wert:	Rauhigkeitsbeiwert nach Strickler
KWD 1996:	Die kennzeichnenden Wasserstände der österreichischen Donau
müA:	Meter über Adria
MW 96:	Als Mittelwasser 1996 (MW 96) ist jener Wasserstand anzusehen, der dem arithmetischen Mittel der Abflußjahresmittel für die Jahresreihe 1961-1990 entspricht.
Polder:	Ein meist tiefliegendes Gebiet, das vor dem umgebenden Wasser künstlich geschützt ist und in dem der Wasserstand reguliert werden kann
RHHQ:	durch theoretische Überlegungen und Berechnungen ermittelter höchstmöglicher Abfluss
RNW 96:	Das Regulierungsniederwasser 1996 (RNW 96) ist, entsprechend den Richtlinien der Donaukommission als jener Wasserstand anzusehen, der einem Abfluß mit einer Überschreitungsdauer von 94 % entspricht. Für die Bestimmung der Abflußdauerlinie wurde eine Periode von 30 Jahren (1961-1990) herangezogen
Stationäre Strömung:	Keine Abhängigkeit des Strömungsprozesses von der Zeit
WSD:	Wasserstraßendirektion