

**Bericht und Antrag
des Regierungsrates des Kantons Schaffhausen
an den Kantonsrat
betreffend Revision des Wasserwirtschaftsgesetzes**

13-11

Sehr geehrter Herr Präsident
Sehr geehrte Damen und Herren

Wir unterbreiten Ihnen den Antrag zur Änderung von Art. 19 des Wasserwirtschaftsgesetzes vom 18. Mai 1998 (WWG, SHR 721.100). Dabei geht es um die Frage, ob und inwieweit die Wasserkraft des Rheins - insbesondere zur Stromgewinnung - ausgenutzt werden darf. Unserem Antrag schicken wir folgende Ausführungen voraus.

1. Ausgangslage

Art. 19 WWG lautet wie folgt:

¹ Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird grundsätzlich auf das heutige Mass der Ausnützung beschränkt.

² Eine technisch bessere Ausnützung der Wasserkraft ohne Höherstau des Rheins ist jedoch zulässig

Art. 19 Abs. 1 geht auf eine am 22. April 1969 eingereichte Volksinitiative zurück. Mitte der Sechzigerjahre hatte die Kraftwerk Schaffhausen AG die Absicht, die Stauquote des Rheins zu erhöhen. Als Reaktion darauf wurde eine Gesetzesinitiative «gegen den Höherstau des Rheins» - Initiative Uehlinger - eingereicht. Die Initiative verlangte, es sei Art. 2 Abs. 2 des damaligen Gesetzes über die Gewässer vom 17. Januar 1879 aufzuheben und durch folgenden Wortlaut zu ersetzen: «*Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird auf das Mass der Ausnützung beschränkt, das die vor dem Jahr 1969 erteilten Konzessionen erlauben. Diese Vorschrift ist für die Stellungnahme des Kantons Schaffhausen zu den vom Bund zu erteilenden Konzessionen verbindlich*». Die Volksinitiative bewirkte, dass das damalige Gesuch des Kraftwerkes Schaffhausen für einen Höherstau zurückgezogen und im Gegenzug am 1. Februar 1970 der Gegenvorschlag des Kantonsrates (damals Grosser Rat) vom Stimmvolk angenommen wurde. Der Kantonsrat sah sich aus formellen Gründen gezwungen, diesen Gegenvorschlag auszuarbeiten, welcher aber inhaltlich nicht vom Initiativtext abwich. Die Änderung lautete wie folgt: «*Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird auf das heutige Mass der Ausnützung beschränkt. Diese Vorschrift ist für die Stellungnahme des Kantons Schaffhausen zu den gemäss Art. 24^{bis} der Bundesverfassung vom Bund zu erteilenden Konzessionen verbindlich.*»

In das ehemalige Gesetz über die Gewässer wurde also ein Art. 2 Abs. 2 eingefügt, der (ohne den zweiten Satz) dem heutigen Art. 19 Abs. 1 WWG entspricht. Zudem wurde dem Kraftwerk in einer Anpassung der Konzession eine Erhöhung der Nutzwassermenge von 425 m³/s auf 500 m³/s ohne Höherstau zugestanden

Anlässlich der Ersetzung des Gesetzes über die Gewässer durch das heutige Wasserwirtschaftsgesetz erwies sich das generelle Verbot eines Höherstaus des Rheins erneut als umstritten. Der Antrag von Kantonsrat Heinz H. Sulzer um ersatzlose Streichung von Art. 19 WWG wurde am 19. Januar 1998 indessen mit 37 zu 25 Stimmen abgelehnt. Somit ist bis heute die Stauquote von 390,8 Meter über Meer beim Pegel Schifflände massgebend. Ferner wurde Art. 19 Abs. 2 WWG aufgrund einer erheblich erklärten Motion von Kantonsrat Fritz Wipf in den Gesetzesentwurf (WWG-Revision von 1998) aufgenommen. Es wurde argumentiert, dass die bisherige Regelung, welche jede Höhernutzung der Wasserkraft des Rheins verbiete, unbefriedigend sei. Es sei nicht einzusehen, weshalb - durch den Einbau von leistungsfähigeren Turbinen oder ähnlichen Vorkehrungen ohne Höherstau des Flusses - nicht ein höherer Wirkungsgrad erzielt werden dürfe.

Mit dem Postulat 2011/3 vom 5. April 2011 forderten Kantonsrat Martin Kessler und Mitunterzeichnende den Regierungsrat auf, dem Kantonsrat Bericht und Antrag über die Änderung des Wasserwirtschaftsgesetzes und allenfalls weiterer Gesetze zu erstatten mit dem Ziel, durch Erhöhung des Wasserstandes oberhalb des Kraftwerkes die Leistung des Kraftwerkes Schaffhausen AG substantiell zu erhöhen. Das Postulat wurde insbesondere damit begründet, dass bereits mit einem leicht höheren Wasserniveau des Rheins beachtliche Leistungssteigerungen erreicht werden könnten. Unter Beachtung eines minimalen Eingriffs in die bestehende Uferlandschaft seien die erforderlichen Massnahmen zu prüfen, um eine maximale Steigerung des Stromertrages erreichen zu können. Das Postulat wurde mit 55 zu 0 Stimmen an den Regierungsrat überwiesen.

Art. 19 WWG verbietet einen Höherstau des Rheins und begrenzt die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet auf das heutige Mass der Ausnutzung. Absatz 2 der Bestimmung lässt zwar eine technisch bessere Ausnutzung zu. Die Frage, was noch als «technisch bessere Ausnutzung» und was als Steigerung der «heutigen Ausnutzung» gilt, ist indessen nicht klar. Diese Interpretationsunsicherheit und das generelle Verbot eines Höherstaus stehen einer allfälligen ökologisch tragbaren Steigerung der Wasserkraftnutzung des Rheins entgegen. Unter Berücksichtigung des Postulats 2011/3 sowie der folgenden Ausführungen ist Art. 19 WWG daher zu revidieren.

2. Leitlinien und Massnahmen der kantonalen Energiepolitik 2008 bis 2017

Der Regierungsrat hat in seinen «Leitlinien und Massnahmen der kantonalen Energiepolitik 2008 bis 2017» verbindliche Ziele im Bereich der erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz für den Kanton Schaffhausen festgelegt. Nach der durch Erdbeben und Tsunami ausgelösten Nuklearkatastrophe in Japan hat der Regierungsrat seine bereits früher formulierten energiepolitischen Zielsetzungen für den energiepolitischen Umstieg noch höher gesetzt und sich für einen geordne-

ten Ausstieg aus der Kernenergie ausgesprochen. Der Stossrichtung dieser Strategie hat der Kantonsrat am 3. September 2012 mit 45 zu 9 Stimmen zugestimmt. Die Umorientierung in der Energieproduktion bedarf allerdings erheblicher Anstrengungen und gezielter Investitionen. Dies gilt insbesondere für den Ausbau der bestehenden Netze und für die Schaffung der erforderlichen alternativen Stromproduktionskapazitäten, insbesondere mit Wind, Sonne, Wasser und Biomasse. Der Umbau der Energieversorgung hat zudem auf eine möglichst marktgerechte und kostengünstige Weise zu erfolgen. Dazu bedarf es nicht nur gemeinsamer Anstrengungen, sondern dies erfordert auch den Willen zum Ausgleich unterschiedlicher (ökologischer) Interessen.

Neben der Steigerung der Energieeffizienz müssen bestehende Anlagen zur Erzeugung und zur Verteilung von elektrischem Strom optimiert und gleichzeitig neue Möglichkeiten genutzt werden. Dazu zählt vor allem der Ausbau der erneuerbaren Energien. Ohne eine verstärkte Ausschöpfung der Wasserkraft, der Windkraft, der Sonnenenergie, der Biomasse und auch der Erdwärme kann die Kernenergie nicht innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens kompensiert werden. Diese Voraussetzungen können jedoch nur dann erfüllt werden, wenn die dazu notwendigen energiepolitischen Weichenstellungen zeitgerecht erfolgen und die damit verbundenen Projekte rasch realisiert werden. Im Kanton Schaffhausen soll die haushälterische Nutzung der Energie und die Produktion von erneuerbaren Energien auf gezielte Weise gefördert und gesteigert werden. Eine ökologisch tragbare Steigerung der Wasserkraftnutzung des Rheins kann dabei einen namhaften Beitrag zur Erreichung der angestrebten Ziele leisten. Eine durch einen moderaten Höherstau mögliche, verstärkte Nutzung der Wasserkraft entspricht damit den energiepolitischen Zielen bzw. den «Leitlinien und Massnahmen der kantonalen Energiepolitik 2008 bis 2017» und den Anstrengungen für einen geordneten Ausstieg aus der Kernenergie.

3. Vorstudie zur Machbarkeit eines allfälligen Höherstaus des Rheins (Anhang 2)

Nach Überweisung des Postulats von Martin Kessler beauftragte das Baudepartement eine departementsübergreifende Arbeitsgruppe mit der Erarbeitung einer Vorstudie zur Machbarkeit eines allfälligen Höherstaus des Rheins beim Kraftwerk Schaffhausen. Dieser Arbeitsgruppe gehörten Vertreter der Stadt Schaffhausen (Energie und Umwelt), der Energiefachstelle, des Planungs- und Naturschutzamtes, der Fischereiaufsicht, des Interkantonalen Labors sowie der Umweltverbände Rheinaubund, WWF-Sektion Schaffhausen und kantonaler Fischereiverband Schaffhausen an. Das nötige Fachwissen im Bereich Wasserkraftnutzung wurde durch externe Fachingenieure abgedeckt. Die Projektleitung lag bei der Abteilung Gewässer des Tiefbauamtes. Die Vorstudie zur Machbarkeit einer Stauerhöhung beim Kraftwerk Schaffhausen untersucht die Auswirkungen eines allfälligen Höherstaus innerhalb der bestehenden Konzessionstrecke des Kraftwerkes Schaffhausen. Diese hat eine Länge von 14,14 Kilometern und erstreckt sich vom Eisensteg Flurlingen-Neuhausen (ca. 1,5 km unterhalb des Kraftwerkwehres) bis zur sogenannten „Bleiche“ (ca. 800 m unterhalb Restaurant Schupfen).

3.1 Ergebnisse der Vorstudie

Ein Höherstau setzt auf jeden Fall voraus, dass Art. 19 WWG revidiert wird und ein Höherstau nicht per se unzulässig ist. Ferner muss ein Höherstau im Rahmen einer Konzessionsanpassung vom Bund als Konzessionsbehörde genehmigt werden.

Die Ergebnisse der Vorstudie zeigen, dass ein Höherstau grundsätzlich machbar ist. Die Studie nennt die Voraussetzungen, welche für die Realisierbarkeit gegeben sein müssen: 1. Die Stauwurzel muss sich innerhalb der heutigen Konzessionsstrecke bewegen. 2. Eine Beeinträchtigung der «Schaarenwies» durch einen Höherstau muss durch ein saisonal abflussabhängiges, höhenvariables Stauregime ausgeschlossen werden. 3. Eine Beeinträchtigung der noch teilweise dynamischen Fliessstrecke (obere Hälfte heutige Konzessionsstrecke, Schupfen bis Höhe Katharinental) und der Äschenlaichgebiete von nationaler Bedeutung muss ausgeglichen werden. 4. Eine Beeinflussung von Gebäuden und Anlagen durch ansteigendes Grundwasser muss vermieden werden.

Gemäss der Vorstudie resultiert bei einem ganzjährigen Höherstau von 40 cm eine Mehrproduktion von jährlich rund 8 GWh. Dies entspricht etwa 5 Prozent der heutigen ganzjährigen Stromproduktion der Kraftwerk Schaffhausen AG von 165 GWh bzw. dem jährlichen Stromverbrauch von zirka 2'000 Haushaltungen (Stromverbrauch im Kanton Schaffhausen ca. 530 GWh/Jahr). Die Studie zeigt aber auch allfällige Auswirkungen eines Höherstaus auf die Fließdynamik des Rheins, auf die Fauna, auf den Fischbestand, auf den Landschaftsschutz und die Naturschutzgebiete.

Prinzipiell ist es möglich, einen Höherstau abflussabhängig, ohne zusätzliche Beeinträchtigung von bisher freien Fließwasserstrecken zu regeln (variabler Staupegel je nach Wasserabflussmenge) und damit die ökologischen Auswirkungen auf ein Minimum zu begrenzen. Das vorhandene Potenzial von 8 GWh/J lässt sich damit nur, aber immerhin zum Teil nutzen.

Die tatsächliche Machbarkeit eines Höherstaus kann aufgrund der Erkenntnisse aus der vorliegenden Studie indessen noch nicht abschliessend beurteilt werden. Verschiedene Punkte setzen vertiefere Abklärungen voraus. Dabei liegt die Prioritäten auf den Fragen der Konzessionsanpassung, der allfälligen Beeinträchtigung der «Schaarenwies» sowie des aufsteigenden Grundwassers. Die Klärung dieser Fragen ist entscheidend, ob und in welchem Umfang ein «Projekt Höherstau» tatsächlich machbar ist. Die abschliessende Beurteilung der Realisierbarkeit ist zudem von der Wirtschaftlichkeit abhängig. Diese Frage müsste letztlich vom Kraftwerk Schaffhausen detaillierter untersucht, beurteilt und beantwortet werden. Sofern Art. 19 WWG - wie vorliegend vorgeschlagen - entsprechend angepasst ist, erachtet es der Regierungsrat als sinnvoll, wenn die Machbarkeit für einen Höherstau weiter geprüft wird.

3.2 Vernehmlassung und Stellungnahmen zur Vorstudie Höherstau Kraftwerk Schaffhausen

Die Vorstudie zur Machbarkeit einer Stauerhöhung beim Kraftwerk Schaffhausen wurde im Dezember 2011 abgeschlossen. Im Rahmen einer Vernehmlassung wurden die Stellungnahmen der Schaffhauser Gemeinden sowie der Anrainergemeinden Büsingen, Gailingen, Diessenhofen und Feuerthalen, der politischen Parteien, der Umweltverbände, der Fachstellen und Behörden des Kantons Schaffhausen, der Baudepartemente der Kantone Zürich und Thurgau sowie der zuständigen Bundesbehörden und der deutschen Behörden eingeholt. Den Stellungnahmeteilnehmern wurden konkrete Fragen gestellt. Die nachstehende Tabelle zeigt eine Übersicht der eingegangenen Stellungnahmen.

	Anz	Generelle Haltung			Antworten auf die Fragen 1 bis 5						
		positiv	neutral	negativ	1		2		3	4	5
					HS Ja	HS Nein	Gewichtung pro Energieproduktion	Gewichtung pro Natur + Landschaft	Art. 19 aufheben	Art. 19 anpassen	Art. 19 belassen
Gemeinden Kt. SH	14	11	1	2	5	1	4	4	5	4	1
Gemeinden Büsingen, Gailingen, Diessenhofen, Feuerthalen	4	3	0	1	2	1	1	1	0	0	0
Behörden, Departemente Kt. SH	4	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0
Behörden Bund	3	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0
Baudepartemente Kt. TG, Kt. ZH, Regierungspräsidium Freiburg	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbände	6	1	0	5	0	3	1	5	0	0	5
politische Parteien Kt. SH	3	0	1	2	0	1	0	0	1	2	1
Kraftwerk SH	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	39	18	10	11	10	6	6	10	6	6	7
%		46.2	25.6	28.2							

Wortlaut der Fragen

- 1: Lehnen Sie einen Höherstau generell ab oder befürworten Sie einen solchen?
- 2: Was würden Sie im Rahmen einer Interessensabwägung höher gewichten: Natur- und Landschaftsschutz oder Produktion von regenerativer Energie?
- 3: Soll Artikel 19 des WWG ersatzlos aufgehoben werden?
- 4: Soll Artikel 19 lediglich angepasst werden?
- 5: Soll Artikel 19 in der heutigen Form bestehen bleiben?

4. Potenzialstudie Wasserkraft

Das Baudepartement nahm die Diskussionen um eine verstärkte Nutzung der Wasserkraft des Rheins zum Anlass, das Potential der Wasserkraft auf dem ganzen Kantonsgebiet umfassend abzuklären. Denn eine Revision des WWG würde wohl keinen Sinn machen, wenn andere Gewässer eine viel grössere Nutzbarmachung der Wasserkraft zulassen würden. Zudem wurden ähnliche Potentialerhebungen schon für die Windenergie und Geothermie erstellt.

Zur Abklärung der zusätzlichen Wasserkraftnutzungsmöglichkeiten im Kanton Schaffhausen wurde die gleiche Arbeitsgruppe eingesetzt, welche die Vorstudie zur Machbarkeit einer Stauerhöhung beim Kraftwerk Schaffhausen erarbeitet hat. Die entsprechende «Potenzialstudie Wasserkraft im Kanton Schaffhausen» wurden im März 2012 fertiggestellt. Sie zeigt auf, wo und wie im Kanton Schaffhausen geeignetes zusätzliches Wasserkraftpotenzial nachhaltig und umweltverträglich genutzt werden kann. Die Potenzialstudie Wasserkraft hat ergeben, dass unter Berücksichtigung der technischen und ökologischen Faktoren insbesondere Rhein und Wutach ein beachtliches Steigerungspotenzial für zusätzliche Stromproduktion aufweisen. Gemäss der Potenzialstudie kann für Rhein und Wutach von folgenden Potenzialen ausgegangen werden:

Gewässer	Ausbau bestehende Anlagen [GWh/J]		Anlagen-Neubau [GWh/J]	Total [GWh/J]
	Minimal	Maximal	Maximal	Maximal
Rhein	3.0	5.5	60.0	65.5
Wutach	0.2	0.7	0.25	0,75
Strömungsturbinen Rhein			0.15	0,15
Total	3.2	6.2	60.4	66,6

Zahlen unter Berücksichtigung der jeweiligen Konzessionsstreckenanteile des Kantons Schaffhausen

Tabelle 1 Ausbau- und Neubaupotenziale für Wasserkraftnutzungen im Kanton Schaffhausen

Rhein und Wutach müssen aufgrund ihres hydroelektrischen Potenzials gesondert von den übrigen Gewässern betrachtet werden. Dabei muss insbesondere berücksichtigt werden, dass beide Flüsse über weite Strecken bereits genutzt werden. Darüber hinaus haben Rhein und Wutach den Status eines Grenzgewässers. Hier sind neben dem Bund auch die Bundesrepublik Deutschland für die Erteilung von entsprechenden Konzessionen zuständig. Dennoch verfügen diese beiden Gewässer im Vergleich zu den übrigen kleineren Gewässern im Kanton noch über ein zusätzlich nutzbares Wasserkraftpotenzial. Die möglichen zusätzlichen Nutzungen konzentrieren sich beim Rhein auf das Kraftwerk Schaffhausen, auf den Rheinfluss und auf den Einsatz von Strömungsturbinen (vgl. Tabelle 1). An der Wutach besteht ein zusätzliches Potenzial beim Kraftwerk Wunderklingen sowie beim ehemalige «Gononwehr» bei Schleithem, Oberwiesen. Die Massnahmen an Rhein und Wutach könnten je nach Realisierungsmöglichkeiten eine zusätzliche Stromproduktion von maximal 67 GWh/J erschliessen.

Unter Berücksichtigung der technischen und ökologischen Faktoren verfügen sämtliche übrigen kleineren Gewässer des Kantons (Gewässer 2. und 3. Klasse sowie die Biber) lediglich über ein

untergeordnetes nutzbares Potenzial von höchstens 0,25 GWh/J. Nur gerade fünf Kleingewässer weisen eine Gesamtleistung von mehr als 100 kW auf.

Fazit: Das hauptsächlich nutzbare Potenzial liegt nicht im Bereich der Kleingewässer (Gewässer 2. und 3. Klasse, inkl. Biber), sondern bei den beiden grossen Gewässern Rhein und Wutach. Das vorhandene Wasserkraftpotenzial sollte gezielt dort genutzt werden, wo es tatsächlich vorhanden ist. Die zusätzliche Nutzung des Wasserkraftpotenzials im Rhein und der Wutach mittels Optimierungs- und Ausbaumassnahmen bei bestehenden Kraftwerken (inklusive allfälliger massvoller Höherstau beim Kraftwerk Schaffhausen) sowie durch Anlagenneubau ist zu priorisieren. Der Bau von Kleinwasserkraftanlagen an den übrigen Gewässern ist aufgrund des ohnehin kaum vorhandenen Potentials sowie der zahlreichen, übergeordneten Schutzanliegen nicht in Betracht zu ziehen.

5. Wasserkraftnutzungsstrategie

Zur Konkretisierung der zukünftigen Energiepolitik der nächsten 20 Jahre hat der Regierungsrat eine «Strategie zur Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen» (Wasserkraftnutzungsstrategie) erarbeiten lassen (Anhang 2). Die Arbeiten dazu wurden wiederum der Arbeitsgruppe übertragen, welche die Vorstudie zur Machbarkeit Stauerhöhung und die Potentialstudie Wasserkraft erarbeitet hat. Als Grundlage dienten die Ergebnisse der vorstehend erwähnten Studien. Die Wasserkraftnutzungsstrategie legt fest, wo und wie die Wasserkraft im Kanton Schaffhausen zukünftig genutzt werden soll. Damit konkretisiert der Regierungsrat die Vorgaben, welche er im Wasserwirtschaftsplan des Kantons Schaffhausen im Jahr 2009 skizziert hat. Die Wasserkraftnutzungsstrategie zeigt die Stossrichtung auf, welche die zuständigen Behörden und Institutionen einzuschlagen haben. Die Strategie legt die Ziele fest, welche der Kanton Schaffhausen als Konzessions-, Aufsichts- und Fachbehörde verfolgt, und schlägt Massnahmen vor, welche zu ergreifen sind. Die Wasserkraftnutzungsstrategie soll als behördenverbindlich in den Richtplan aufgenommen werden. Sie dient damit als Grundlage und Leitlinie für die Beurteilung und Bewilligung von zukünftigen Nutzungsgesuchen.

Die heutige Wasserkraftnutzung beschränkt sich im Kanton Schaffhausen auf den Rhein und die Wutach. Neben den drei Kraftwerken in Schaffhausen (inklusive dem Pumpspeicherwerk Engeweiher), Neuhausen am Rheinfall und Wunderklingen nutzen auch die Kraftwerke Eglisau und Rheinau Schaffhauser Fliessgewässer. Weitere Wasserkraftnutzungen bestehen zurzeit nicht. Die mit den heutigen Wasserkraftanlagen jährlich produzierte Energiemenge entspricht etwa 50 % des Stromverbrauchs des Kantons Schaffhausen.

Kraftwerk	Installierte Leistung	Durchschn. Produktion	Anteil Kt. SH	Leistungsanteil Kt. SH	Produktionsanteil Kt. SH
Eglisau	32,2 MW	245 GWh/J	31,8 %	10,2 MW	77 GWh/J
Eglisau Ausbau *	10,5 MW	63 GWh/J	31,8 %	3,3 MW	20 GWh/J
Rheinau	36,8 MW	237 GWh/J	8,1 %	3,0 MW	19 GWh/J
Schaffhausen	26,0 MW	165 GWh/J	78,1 %	20,3 MW	129 GWh/J
Engeweiher **	5,0 MW	-	100 %	5,0 MW	-
Neuhausen a. Rhf.	4,8 MW	42 GWh/J	50 %	2,4 MW	21 GWh/J
Wunderklingen	0,41 MW	2.44 GWh/J	50 %	0,2 MW	1,2 GWh/J
Total	115.71	754.44		44.4	267.2

* Mehrleistung steht nach Abschluss des «Ausbaues Eglisau» ab Herbst 2012 zur Verfügung

** Das Pumpspeicherwerk «Engeweiher» fördert Rheinwasser in den Engeweiher. Dieses Werk produziert eigentlich keinen Strom, sondern dient lediglich zur Energiespeicherung und zur Abdeckung von Bedarfsspitzen.

Tabelle 2 Übersicht über die bestehenden Wasserkraftnutzungen im Kanton Schaffhausen

Der Regierungsrat will die im Kanton Schaffhausen vorhandenen Ressourcen der Wasserkraft im Einklang mit den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung schwerpunktmässig bei den Gewässern Rhein und Wutach konzentrieren. In erster Linie sollen die bestehenden Nutzungen gezielt ausgebaut werden. Neue Wasserkraftnutzungen sollen nur an den Standorten gefördert werden, die sich unter Berücksichtigung von technischen und ökologischen Aspekten und aufgrund ihres erhöhten Potenzials tatsächlich eignen.

Der Kanton Schaffhausen muss gestützt auf Art. 38 des Gewässerschutzgesetzes des Bundes gezielt Gewässer revitalisieren sowie als naturnahe Lebens- und Erholungsräume aufwerten und sichern. Aufgrund des sehr bescheidenen Potenzials sowie der zahlreichen übergeordneten Schutzanliegen ist die Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen in den Gewässern der zweiten und dritten Klasse sowie in der Biber nicht in Betracht zu ziehen.

Der Regierungsrat schlägt zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen neun konkrete Massnahmen vor. Mit den in der Wasserkraftnutzungsstrategie erwähnten Massnahmen könnte ein zusätzliches Potenzial von rund 67 GWh/J realisiert werden. Dies entspricht immerhin 12,5 % des Stromverbrauches des Kantons Schaffhausen. Die Massnahmen sollen schrittweise umgesetzt werden. Sämtliche Massnahmen beschränken sich auf Rhein und Wutach. Neben der vorliegenden Revision von Art. 19 WWG stehen dabei Ausbaumassnahmen bei bestehenden Kraftwerken und Neubaumassnahmen im Vordergrund. Die grössten Potenziale bestehen in einem moderaten Höherstau beim Kraftwerk Schaffhausen sowie einem Neubau eines zusätzlichen Rheinflallkraftwerkes. Beide Massnahmen wären unter dem bestehenden Art. 19 WWG nicht möglich.

6. Gründe für die Revision von Art. 19 WWG

Eine eingehende Prüfung von konkreten Massnahmen zur Steigerung der Wasserkraftnutzung des Rheins macht nur Sinn, wenn von Gesetzes wegen keine grundsätzliche Begrenzung auf dem heutigen Mass der Ausnützung besteht. Die im Postulat «Wasserkraft besser nutzen - Rhein höher stauen» erhobene Forderung nach einer Anpassung des absoluten ausnahmslosen Verbots eines Höherstaus des Rheins ist daher berechtigt. Die vorgeschlagene Revision von Artikel 19 WWG wird keine negativen Folgen verursachen und ist aus folgenden Gründen angezeigt und sinnvoll:

- Art. 19 WWG ist aus heutiger Sicht unnötig. Der Schutz des Rheins ist prinzipiell auch ohne Art. 19 WWG ausreichend sichergestellt. Diverse Bundesgesetze schützen die ökologischen Funktionen des Rheins (Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte, Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Bundesgesetz über den Umweltschutz, Bundesgesetz über die Fischerei). Beispielsweise bestehen strenge Vorgaben zur Restwassermenge und zur Fischdurchgängigkeit. Auch haben Energieerzeugungsanlagen ab 5 MW installierter Leistung im Zusammenhang mit einer Konzessionsänderung ein UVP-Verfahren zu durchlaufen. Ferner sind die Umweltverbände kraft Bundesrecht legitimiert, allenfalls Rechtsmittel gegen ihres Erachtens zu leichtfertig erteilte Verfügungen und Beschlüsse zu erheben. Ein zusätzliches generelles, ausnahmsloses Verbot der Ausbauvorhaben im Bereich der Wasserkraft durch die kantonale Gesetzgebung ist nicht erforderlich.
- Im Kanton Schaffhausen soll die haushälterische Nutzung der Energie und die Produktion von erneuerbaren Energien auf gezielte Weise gefördert und gesteigert werden. Eine ökologisch tragbare Steigerung der Wasserkraftnutzung des Rheins kann einen namhaften Beitrag zur Erreichung der angestrebten Ziele leisten. Eine durch einen moderaten Höherstau mögliche, verstärkte Nutzung der Wasserkraft entspricht damit den energiepolitischen Zielen und den Anstrengungen für einen geordneten Ausstieg aus der Kernenergie. Art. 19 WWG in seiner heutigen Form steht all dem entgegen.
- Das Höherstauverbot ist kontraproduktiv und verunmöglicht allfällige ökologisch tragbare Lösungen. Sofern es möglich ist, innerhalb der bestehenden Konzessionsstrecke vorhandenes Wasserkraftpotenzial mit einem begrenzten, abflussabhängigen Höherstau (variabler Staupegel je nach Wasserabflussmenge) ohne Beeinträchtigung der bisher frei fliessenden Gewässerstrecke zu nutzen, sollte dies nicht verboten sein.
- Art. 19 WWG ist unklar formuliert; Absatz 1 beschränkt die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins generell auf das heutige Mass der Ausnützung. Eine «technisch» bessere Ausnützung der Wasserkraft ohne Höherstau des Rheins ist jedoch zulässig. Mit dieser Formulierung ist nicht hinlänglich klar, ob zusätzliche, neue Anlagen, wie beispielsweise Strömungsturbinen oder eine Nutzungssteigerung beim bestehenden Kraftwerk Neuhausen am Rheinfall, prinzipiell möglich wären oder nicht. Die jetzige Formulierung von Art. 19 WWG führt zu Interpretationsunsicherheiten. Sofern Neuanlagen im Rahmen der Umweltvorschriften realisierbar sind, ist deren Einsatz im Rhein durchaus sinnvoll. Im Interesse der Planungssicherheit muss feststehen,

dass eine zusätzliche Ausnützung beim Kraftwerk Neuhausen am Rheinfluss rechtlich möglich ist.

- Die Revision von Art. 19 WWG verursacht keine Kosten. Im Gegenteil: Sollte eine Steigerung der Wasserkraftnutzung ökologisch vertretbar sein und eine entsprechende Neukonzessionierung letztlich realisiert werden, würde sich der vor Ort produzierte Mehrertrag erneuerbarer Energie für die öffentliche Hand finanziell lohnen. Durch eine Änderung von Art. 19 WWG können zusätzliche Einnahmen an Wasserzinsen erzielt werden.

Angesichts der seit der Einführung des Verbotes des Höherstaus stark veränderten Rahmenbedingungen und im Interesse einer nachhaltigen Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien ist der Regierungsrat der Auffassung, dass die Nutzbarmachung des Rheins nicht exakt auf das heutige Mass begrenzt werden darf. Die Nutzbarmachung des Rheins soll soweit möglich sein, als dies sinnvoll, machbar und umweltverträglich ist. Das generelle Verbot des Höherstaus ist so anzupassen, dass der Rhein beim Kraftwerk Schaffhausen unter der Voraussetzung der ökologischen Tragbarkeit, unter Einhaltung von Rahmenbedingungen begrenzt und moderat höher gestaut werden darf. Der Regierungsrat erachtet es deshalb auch als zweckmässig, dass die Machbarkeit für einen Höherstau weiter geprüft wird, sobald Art. 19 WWG entsprechend angepasst ist.

7. Erläuterungen zum Revisionsentwurf Art. 19 WWG

Neu soll Art. 19 WWG wie folgt lauten:

¹ Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird auf das heutige Mass der Ausnützung beschränkt. Vorbehalten bleibt Absatz 2.

² Zulässig ist im Rahmen der Umwelt- und Gewässerschutzgesetzgebung:

- a) eine bessere Ausnützung ohne Höherstau des Rheins;
- b) ein Höherstau innerhalb der bisherigen Konzessionsstrecke.

Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins bleibt wie bisher im Grundsatz auf das heutige Mass beschränkt. Hingegen sollen die Ausnahmen erweitert werden. In Absatz 2 werden die Ausnahmen formuliert, welche jedoch nur unter Einhaltung der geltenden Umwelt- und Gewässerschutzgesetzgebung möglich sind. Der Begriff «technisch» bessere Ausnützung im bisherigen Abs. 1 führte zu unnötigen Interpretationsschwierigkeiten und soll deshalb nicht weiter verwendet werden. Eine bessere Ausnützung ohne Höherstau soll daher ohne weiteres möglich sein. Ein Höherstau ist hingegen nur innerhalb der bisherigen Konzessionsstrecke des Kraftwerkes Schaffhausen möglich. Mit dieser Formulierung wird sichergestellt, dass bisher frei fliessende Gewässerstrecken durch einen Höherstau nicht tangiert werden. Mögliche Auswirkungen zeigt die Machbarkeitsstudie auf. Der aufgrund der Rahmenbedingung definitiv realisierbare Höherstau muss allerdings im Rahmen von zusätzlichen Untersuchungen noch ermittelt werden. Er wird voraussichtlich weniger als 40 cm betragen und abhängig von der Wasserführung des Rheins variabel geführt werden.

*Sehr geehrter Herr Präsident
Sehr geehrte Damen und Herren*

Das ausnahmslose Verbot eines Höherstaus des Rheins sollte aus den vorstehend erwähnten Gründen aufgehoben werden. Mit seiner Zustimmung von 55 zu 0 Stimmen zum Postulat «Wasserkraft besser nutzen - Rhein höher stauen» hat der Kantonsrat bereits ein Zeichen im Hinblick auf eine Revision von Art. 19 WWG gesetzt. Gestützt auf die vorstehenden Ausführungen beantragen wir Ihnen, auf die Vorlage einzutreten und dem im Anhang 1 beigefügten Gesetzesentwurf betreffend einer Revision von Art. 19 des Wasserwirtschaftsgesetzes vom 18. Mai 1998 zuzustimmen sowie das Postulat von Kantonsrat Martin Kessler betreffend «Wasserkraft besser nutzen - Rhein höher stauen» als erledigt abzuschreiben.

Schaffhausen, 19. Februar 2013

Im Namen des Regierungsrates

Der Vizepräsident:

Christian Amsler

Der Staatsschreiber:

Dr. Stefan Bilger

Anhänge:

Anhang 1: Änderung Wasserwirtschaftsgesetz

Anhang 2: Vorstudie für die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen

Anhang 3: Strategie zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen

Wasserwirtschaftsgesetz

Änderung vom

Der Kantonsrat Schaffhausen

beschliesst als Gesetz:

I.

Das Wasserwirtschaftsgesetz vom 18. Mai 1998 wird wie folgt geändert:

Art. 19

¹ Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird auf das heutige Mass der Ausnützung beschränkt. Vorbehalten bleibt Absatz 2.

² Zulässig ist im Rahmen der Umwelt- und Gewässerschutzgesetzgebung:

- a) eine bessere Ausnützung ohne Höherstau des Rheins;
- b) ein Höherstau innerhalb der bisherigen Konzessionsstrecke.

II.

¹ Dieses Gesetz untersteht dem Referendum

² Der Regierungsrat bestimmt das Inkrafttreten

³ Das Gesetz ist im Amtsblatt zu veröffentlichen und in die kantonale Gesetzessammlung aufzunehmen.

Schaffhausen,

Im Namen des Kantonsrates

Der Präsident:

Die Sekretärin:

Vorstudie für die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen



Prepared by:

Dr. Klaus Jorde, Joachim Hellmold, Sageetha Balachandran

entec Consulting & Engineering

St. Leonhardstr. 59

CH-9000 St. Gallen, Switzerland

Mail: info@entec.ch - Web: www.entec.ch

Endbericht 7. Dez. 2011

Inhaltsverzeichnis

Listen:	3
Abbildungen.....	3
Tabellen.....	3
Abkürzungen.....	4
Begleitarbeitsgruppe des Baudepartments des Kanton Schaffhausen, weitere Mitwirkende	4
Zusammenfassung und Relevanzmatrix.....	5
1 Auftrag, Arbeitsgruppe, Art und Umfang der Studie.....	12
2 Einführung.....	13
3 Hydrologische Grundlagen	13
4 Geplante Stauerhöhung und Stauführung	16
5 Notwendige Anpassungen am Kraftwerk.....	16
6 Hydraulische Grundlagen, Abflüsse, Wasserspiegellagen.....	17
6.1 Berechnungsgrundlagen	17
6.2 Veränderung der Wasserspiegellagen entlang der Konzessionsstrecke	17
7 Erhöhung der Stromproduktion am Kraftwerk Schaffhausen	18
7.1 Berechnungsgrundlagen	18
7.2 Stromerzeugung	18
7.3 Auswirkungen der Klimaänderung auf die Stromerzeugung	20
8 Auswirkungen der Stauerhöhung auf Schifffahrt und Bootsfahrer.....	21
8.1 Fahrbetrieb Personenschifffahrt.....	21
8.2 Anlegestellen Personenschifffahrt.....	22
8.3 Die Werft der URH	23
9 Auswirkungen der Stauerhöhung auf den Badebetrieb auf den Kiesbänken.....	23
10 Einfluss der Stauerhöhung auf den Grundwasserhaushalt	23
11 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Trinkwasserentnahmen	23
12 Auswirkungen der Stauerhöhung auf andere Grundwasserentnahmen	25
13 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Einleitung von ARA Abläufen, Siedlungsentwässerungen, Regenwasserentlastungen.....	25
13.1 Abläufe und Entwässerungen	26
13.2 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Wasserqualität infolge der Abwassereinleitungen.....	27
14 Auswirkungen auf uferangrenzende Grundstücke und Uferverbauungen	27
14.1 Stadtbereich Schaffhausen	29
14.2 Übrige Konzessionsstrecke.....	30
15 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Hochwassersicherheit	30
16 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Landschaft.....	31
17 Landwirtschaft und Forstwirtschaft	32
18 Auswirkungen auf militärhistorische Anlagen und archäologische Funde	32
18.1 Bunker	32
18.2 Zonen archäologischer Funde.....	32
19 Ökologische Auswirkungen	33
19.1 Konzessionsstrecke und Staustrecke des Rheins	33
19.1.1 Stauwurzel	34

19.1.2	Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten	35
19.1.3	Geomorphologische Strukturen und Biotope	36
19.1.4	Sedimentation und Kolmation im Staubereich	37
19.1.5	Fischfauna.....	39
19.1.6	Benthische Organismen (Bewohner der Gewässersohle).....	41
19.1.7	Wasserpflanzen	41
19.2	Seitenbäche und Äschennotfallkonzept	41
19.3	Geschützte Gebiete	42
19.3.1	Naturschutzgebiet Schaaren	42
19.3.2	Naturschutzgebiet Petri	43
19.3.3	Laag.....	44
19.3.4	"Rheinhölzle" in Büsingen	44
19.3.5	Rheinufer Frauenstein.....	44
19.3.6	Schutzgebiete auf deutscher Seite	45
19.4	Renaturierungen im Untersuchungsgebiet	46
20	Auswirkungen auf den Bodensee	47
21	Gesetze und Schutzabkommen.....	47
21.1	Allgemeine Gesetze	47
21.2	Speziell auf das Untersuchungsgebiet bezogene Gesetze.....	48
22	Konzession.....	49
23	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung	50
24	Gesamtbeurteilung und weitergehende Untersuchungen	54
25	Einschätzung der Machbarkeit/Realisierbarkeit des Projektes „Höherstau“:	55
26	Handlungsempfehlung	56
	Referenzen	58
	Anhang	58

Listen:

Abbildungen

Abb. 1. Tagesmittlere Abflüsse von 1963 bis 2010.....	14
Abb. 2. Abflussganglinie für das Jahr 2008, ein durchschnittliches „typisches“ Jahr.....	15
Abb. 3. Langjährige Abflussdauerlinie sowie Dauerlinien ausgewählter nasser, trockener und durchschnittlicher Jahre.....	15
Abb. 4. Berechnung der Stromerzeugung für das Jahr 2008 anhand der Dauerlinie mit dem Simulationsmodell CASiMiR.....	20
Abb. 5. Wasserstandsganglinien Abschnitt Laag, km 132,994, für das Jahr 2008.....	37
Abb. 6. Beispiel für eine Simulation von Laichhabitaten für Äschen aus einer Untersuchung im Auftrag des Kraftwerks Eglisau. Die geeigneten Habitate liegen in dieser Situation in der Innenkurve entlang der Gleitufer.	40

Tabellen

Tab. 1: Stromerzeugung basierend auf der langjährigen Dauerlinie, Stauerhöhung ganzjährig	19
Tab. 2: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung ganzjährig	19
Tab. 3: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung nur im Winterhalbjahr	19
Tab. 4: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung nur im Sommerhalbjahr	20
Tab. 5: Wichtige Pegelstände für die Rheinschifffahrt in Diessenhofen	22
Tab. 6: Auswirkungen auf ufernahe Grundstücke und Bebauungen	27
Tab. 7: Abflüsse und Jährlichkeiten am Rhein in Schaffhausen	30
Tab. 8: Angaben, die zur Berechnung der Stauwurzel zur Verfügung standen	34
Tab. 11: Jährliche Mehreinnahmen im langjährigen Durchschnitt, Höherstau ganzjährig	50
Tab. 12: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau ganzjährig	50
Tab. 13: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau nur im Winterhalbjahr	50
Tab. 14: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau nur im Sommerhalbjahr	50
Tab. 15: Einmalige Kosten	51
Tab. 16: Jährlich wiederkehrende Kosten	52
Tab. 17: Jährliche Wasserzinsen (nur Mehrkosten infolge Stauerhöhung)	52
Tab. 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für ganzjährige Höherstauoptionen für das Jahr 2008	53
Tab. 19: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für Höherstauoptionen nur im Winter für das Jahr 2008	53
Tab. 20: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für Höherstauoptionen nur im Sommer für das Jahr 2008	53

Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
IUCN	International Union for Conservation of Nature
KWS	Kraftwerk Schaffhausen
OW	Oberwasser
PW	Pumpwerk
SH	Schaffhausen
StWSN	Städtische Werke Schaffhausen und Neuhausen am Rheinfall
TG	Thurgau
URH	Schweizerische Schifffahrtsgesellschaft Untersee und Rhein
UW	Unterwasser

Begleitarbeitsgruppe des Baudepartments des Kanton Schaffhausen, weitere Mitwirkende

Jürg Schulthess	Kant. Tiefbauamt, Abt. Gewässer (Leitung) Kt. SH
Susanne Gatti	Planungs- und Naturschutzamt Kt. SH
Herbert Billing	Planungs- und Naturschutzamt Kt. SH
Urs Capaul	Energie und Umwelt, Stadt Schaffhausen
Bernhard Dubochet	Energiefachstelle Kt. SH
Ernst Herrmann	Interkantonales Labor Kt. SH
Patrick Wasem	Fischereiaufsicht Kt. SH
Stefan Kunz, Andri Bryner	Umweltverbände (Rheinaubund, Fischereiverband Kt. SH, WWF)
Klaus Jorde	Entec AG, St Gallen, Externe Ingenieur-Unterstützung (Wasserkraftspezialist)
Sageetha Balachandran	
Joachim Hellmold	

Weitere Auskünfte wurden von einer Vielzahl an Personen eingeholt. Dazu zählen insbesondere Vertreter und Mitarbeiter verschiedener Behörden und Ämter in den Kantonen Schaffhausen, Thurgau und Zürich, aus Deutschland, der Stadt Schaffhausen, der StWSN und des KWS, der URH sowie verschiedene Gutachter und Experten aus der Privatwirtschaft.

Zusammenfassung und Relevanzmatrix

Die vorliegende Studie hatte zum Ziel, die generelle Machbarkeit einer Stauerhöhung um bis zu maximal 40 cm am Kraftwerk Schaffhausen zur Steigerung der Energieerzeugung zu untersuchen. Dazu wurden alle relevanten Aspekte, insbesondere technische, ökologische und wirtschaftliche, auf der Basis vorhandener Unterlagen, eigener Untersuchungen und Fachkenntnisse einzelner Experten betrachtet und soweit möglich bewertet. Das Ergebnis dient in erster Linie den Behörden des Kantons Schaffhausen als Entscheidungsgrundlage und als Wegleitung, ob und wie die Umsetzung einer Stauerhöhung weiterverfolgt werden soll.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Stauerhöhung grundsätzlich technisch machbar ist. Die mögliche Produktionssteigerung beträgt bei ganzjährigen Höherstau um 40 cm ca. 8,35 GWh pro Jahr, was einer Produktionssteigerung gegenüber heute um knapp 5% entspricht. Zur genaueren Einschätzung der Machbarkeit müssen eine Reihe von kritischen Aspekten detaillierter untersucht werden. Je nachdem, welche Randbedingungen sich aus der Untersuchung dieser Aspekte ergeben, ist es sinnvoll, die Stauerhöhung weiterzuverfolgen oder nicht. Die Aspekte sind technischer, administrativer, ökologischer, juristischer und wirtschaftlicher Natur und beziehen sich auf so genannte Killerfaktoren, die eine Realisierung der Stauerhöhung massgeblich behindern oder sogar verhindern könnten. Sie sind im Einzelnen:

- Sollte die Rechtslage es erfordern, dass eine völlige Neukonzession notwendig ist, würden dadurch so viele Mechanismen mit ungewissem Ausgang in Bewegung gesetzt, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass das KWS diese Option verfolgen würde.
- Nach heutiger Rechtslage sind die Verleihungsgebühren insbesondere im Kanton Schaffhausen, die bei einer Konzessionserweiterung anfallen würden, so hoch, dass die Stauerhöhung dadurch unwirtschaftlich werden könnte.
- Der Höherstau würde im Bereich der Stadt Schaffhausen in mehreren tief liegenden Quartieren zu steigenden Grundwasserspiegeln und damit zu Problemen im Bereich der Fundamente und der Keller von bestehenden Gebäuden führen. Die Kosten der notwendigen Massnahmen, um diese Gebäude zu schützen und ihre Gebrauchsfähigkeit zu erhalten, könnten das Vorhaben aus wirtschaftlichen Gründen verhindern.
- Als vermutlich wichtigstes ökologisches Kriterium kristallisierte sich das Naturschutzgebiet Schaaren heraus. Eine Beeinträchtigung (Bodenveränderung) dieses Flachmoores von nationaler Bedeutung ist verfassungsrechtlich unzulässig (BV Art. 78, Abs. 5). Die dort vorhandenen und geschützten Vegetationsgesellschaften sind sehr stark vom Grundwasserspiegel und seinen Schwankungen geprägt. Da dieser Schutzstatus möglicherweise als Hinderungsgrund für die Stauerhöhung relevant sein wird, müssen detaillierte Untersuchungen möglichst frühzeitig abklären, ob akzeptablen Lösungen hier möglich sind.
- Die Veränderungen in der Staustrecke durch den Höherstau führen zu einer Veränderung der Lebensbedingungen der Fische und sonstigen Tiere und Pflanzen. Insbesondere eine Verschlechterung der Fortpflanzungsbedingungen für die Äsche, sofern sie nicht durch Ersatzmassnahmen kompensiert werden kann, könnte zu einem entscheidenden Faktor gegen die Realisierung der Stauerhöhung werden.

Alle anderen untersuchten Faktoren stellen deutlich weniger schwerwiegende Hindernisse dar. Sie sind technisch lösbar und durch Ersatzmassnahmen kompensierbar. Sie könnten allenfalls in der Summe der entstehenden Kosten für Untersuchungen und Ersatzmassnahmen die Stauerhöhung wirtschaftlich unattraktiv machen.

Fazit:

Ein Höherstau ist realisierbar, sofern administrative, technische und ökologische Rahmenbedingungen eingehalten sind und sofern er wirtschaftlich finanzierbar ist.

Weiteres Vorgehen und Handlungsempfehlungen**Kanton:**

Um die Realisierbarkeit zu unterstützen, hat der Kanton folgende Handlungsmöglichkeiten:

1. Abklärungen zur Frage des Konzessionsverfahrens einleiten. Es muss beim Bund und beim Regierungspräsidium Freiburg ein Konzessionsänderungsverfahren beantragt und eine Neukonzessionierung ausgeschlossen werden.
2. Artikel 19 Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) muss baldmöglichst ersatzlos gestrichen werden. Paragraph 9 und 10 der Verordnung zum WWG sollten dahingehend angepasst werden, dass die Verleihungsgebühr zumindest reduziert werden kann oder sogar ganz entfällt. Paragraph 10 der Verordnung zum WWG sollten dahingehend angepasst werden, dass die Wasserzinsen reduziert werden könnten.
3. Es sollte abgeklärt werden inwieweit Zusatzabklärungen vom Kanton übernommen werden können.

KWS:

Zur definitiven Einschätzung der Machbarkeit sollte das KWS folgende Zusatzabklärungen vornehmen:

1. Art, Umfang und Kosten der Massnahmen für notwendige Sicherungs-/Abdichtungsmassnahmen für Gebäude/Fundamente/Keller im zusätzlichen Grundwasser-Einflussbereich des Staus müssen abgeklärt werden.
2. Vertiefere Abklärungen zur Frage der Veränderungen der „Schaarenwies“ (Biotop von nationaler Bedeutung) und damit die Lebensgrundlagen für verschiedene dort vorkommende geschützte Arten sind durchzuführen. Stauregimes, welche die negativen Auswirkungen auf die „Schaarenwies“ eliminieren, sind zu definieren.
3. Die Auswirkungen auf die Fische, insbesondere die Äschenlaichplätze, müssen detailliert abgeklärt werden. Sofern notwendig Festlegung der Massnahmen, mit welchen sich die negativen Auswirkungen auf ein vertretbares Mass reduzieren/kompensieren lassen.
4. Erweiterte, detailliertere Wirtschaftlichkeitsberechnung vornehmen.

Die Studie wurde auf Basis der hydrologischen Verhältnisse der vergangenen 48 Jahre durchgeführt. Die Klimaänderungen werden zu einem geänderten Abflussregime mit tendenziell weniger und wärmerem Wasser im Sommer führen. Dies wird zusätzliche Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt haben. Diese Aspekte sind nicht Bestandteil der vorliegenden Studie.

Die vorliegende Studie stellt vorerst lediglich die Sicht des Kantons Schaffhausen dar. Im Rahmen der Erarbeitung dieser Studie haben mit den betroffenen Anrainern (Kantone Thurgau und Zürich sowie Land Baden-Württemberg) erst einzelne Kontakte auf Fachstellenebene stattgefunden. Ein umfassender Einbezug aller Betroffenen muss, sofern das Vorhaben überhaupt weiterverfolgt werden kann, noch erfolgen. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass die schweizerischen Behörden (Bundesamt für Energie) und die deutschen Behörden (Regierungspräsidium Freiburg) als zuständige Behörden letztlich über die Durchführbarkeit eines allfälligen Höherstaus befinden und auch die dazu notwendige Bewilligung erteilen.

Relevanzmatrix

Die einzelnen untersuchten Faktoren und die daraus entstandenen Einschätzungen sind in der Relevanzmatrix auf den folgenden Seiten dieser Zusammenfassung enthalten.

Machbarkeitsstudie Höherstau Rhein: Relevanzmatrix

Bewertung

- ++** Wesentliche Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand
- +** Verbesserung gegenüber dem Ausgangszustand
- =** keine Beeinträchtigung
- schwache Beeinträchtigung
- mittlere Beeinträchtigung
- starke Beeinträchtigung
- abs** untragbare Beeinträchtigung eines Gutes mit absolutem Schutzstatus

Bereich	Kriterium	Kap.	Beurteilung	Bewertung	Stand / Zusatzuntersuchungen	Massnahmen
Kraftwerk	Technische Anpassungen	5	Es müssen geringfügige Änderungen am Wehr und an der Steuerung vorgenommen werden	-	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Erhöhung der Stromproduktion	7	Hängt ab vom gewählten Szenario ab, ganzjährig/saisonal, +10 bis +40	++	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
Auswirkungen auf Schifffahrt und Bootsfahrer	URH Betrieb	8.1	Leichte Erschwernis Durchfahrt	-	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Diessenhofer Brücke	8.2	Muss angepasst werden	-	Umbau notwendig	Technisch/finanziell lösbar
Übrige Anlegestellen	URH Werft	8.2	Geringere Wasserstandsschwankungen	+	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	URH Werft	8.3	Anpassung notwendig	--	Umbau der Abwasser- aufbereitung notwendig	Technisch/finanziell lösbar
	Kiesbänke als Liegefläche	9	Im Hochsommer keine Veränderungen, im Früh-/Spätsommer höhere Wasserstände	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
Grundwasser, Trinkwasserpumpwerke, Abwasserreinigungsanlagen	Grundwasser	10	Streckenweise Zunahme Infiltration von Flusswasser	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Trinkwasserentnahmen	11	Teilweise erhöhter Flusswasseranteil	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Sonstige Wasserentnahmen	12	Keine Auswirkungen erkennbar	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
ARA Einleitungen und Siedlungsentwässerung	ARA Einleitungen und Siedlungsentwässerung	13	Keine Auswirkungen erkennbar	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine

Bereich	Kriterium	Kap.	Beurteilung	Be- wert- ung	Stand / Zusatzuntersuchungen	Massnahmen
Uferangrenzende Grundstücke und HW-Sicherheit	Grundstücke und Gebäude im Stadtbereich Schaffhausen	14	Häuser stehen bereits jetzt im Grundwasser und werden zukünftig noch grössere Probleme haben	---	Schutzmassnahmen müssen Gebäude für Gebäude geprüft und erarbeitet werden	Technisch mögliche aber kostenintensive Anpassungen
	Sonstige Uferanlieger	14	Vereinzelte Überflutungen durch Wellenschlag, evtl. Vernässung	-	Vermutlich sind an einzelnen Grundstücken Anpassungen durchzuführen	Massnahmen in beschränktem Umfang
Landschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft	Hochwassersicherheit	15	Keine Auswirkungen	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Landschaft	16	Leichte Veränderung infolge Höherstau, reduzierte Wasserwechselzone	-	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Landwirtschaft/Forstwirtschaft	17	Kaum Auswirkungen durch Vernässung/Überflutungen erwartet	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Bunker	18	sind für höhere Wasserstände konzipiert	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
Militärhistorische Anlagen, archäologische Stätten	Archäologische Fundstätten	18	Kaum Auswirkungen durch Vernässung/Überflutungen erwartet	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	keine
	Stautrecke physikalische Auswirkungen	19.1.1	Verschiebt sich je nach Abfluss zwischen 800 und 1500 m nach oben, bleibt innerhalb Konzessionsstrecke	-	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	Reduktion des Höherstaues bei Wasserführungen unter 150 - 200 m ³ /s
Wasserstände/Wasser-tiefen	Wasserstände/Wasser-tiefen	19.1.2	Wasserstände steigen aber Verteilung der Fliesstiefen bleibt vermutlich vergleichbar	-	Vertiefte Abklärung notwendig	Massnahmen abhängig von Zusatzuntersuchungen
	Fließgeschwindigkeiten	19.1.2	Nehmen 10-15 % ab	-	Vertiefte Abklärung notwendig	Massnahmen abhängig von Zusatzuntersuchungen
	Geomorphologische Strukturen/Biotope	19.1.3	Wasserwechselzonen und Kiesufer werden ganzjährig eingestaut	--	Vertiefte Abklärung notwendig	Massnahmen abhängig von Zusatzuntersuchungen
	Sohlschubspannungen/Sedimentregime	19.1.4	Sedimenttransportregime bleibt unverändert	=	Ist für den jetzigen Stand ausreichend abgeklärt	Regelmässige Zugabe von Ger-schiebe als Ausgleichsmassnahme
Kolmation		19.1.4	Leichte Zunahme erwartet	-	Vertiefte Abklärung notwendig	Eventuell periodische Spülungen bei HW

Bereich	Kriterium	Kap.	Beurteilung	Be- wert ung	Stand / Zusatzuntersuchungen	Massnahmen
Stautrecke ökologische Auswirkungen	Fischfauna	19.1.5	Änderung der Habitatangebote, ins- besondere Äschenlaichplätze, Abnahme der Habitatqualität für rheophile Arten	---	Vertiefte Abklärung notwendig	Massnahmen ab- hängig von Zusatz- untersuchungen keine
	Benthische Organismen	19.1.6	Leichte Veränderung der Habitatqualität	-	Nur begrenzt relevant oder Abklärung?	keine
	Wasserpflanzen	19.1.7	Leichte Veränderung der Habitatqualität	=	Nur begrenzt relevant oder Abklärung?	keine
Seitenbäche/ Äschennotfall- konzept	Rückstau von Rheinwasser in Seitenbäche	19.2	Kaltwasserrefugien für Äschen werden verschlechtert	-	Im Einzelfall beurteilen	Ggf. nachbessern
	Bessere Anbindung höher liegender Seitenbäche	19.2	Zusätzliche Kaltwasserrefugien können zugänglich gemacht werden	+	Im Einzelfall beurteilen	Ggf. anpassen
Geschützte Gebiete	Schaaren: Veränderung der geohydrologischen Verhältnisse und der Vegetationsstandorte	19.3.1	Moorgebiet nationaler Bedeutung, absoluter Schutzstatus	---- abs	Vertiefte Abklärung notwendig	Mögliches Killerkriterium
	Petri	19.3.2	Höher Wasserstand, Veränderung des Auwaldes, Durchmischung des Baches mit der Bucht	-	Vertiefte Abklärung notwendig	Anpassungsmass- nahmen
	Laag	19.3.3	Teilweise Überflutung der Kiesufer und ihrer Strukturen	--	Vertiefte Abklärung notwendig	Anpassungsmass- nahmen
	Rheinholzle Büsingen	19.3.4	Informationen fehlen noch			
	Rheinufer Frauenstein	19.3.5	Nicht betroffen	=		keine
	Schutzgebiete auf Deutscher Seite	19.3.6	Informationen fehlen noch			
Renaturierungen	Bereits durchgeführte Renaturierungen könnten durch erhöhte Wasserstände Wirksamkeit verlieren	19.4	Ist in Einzelfällen denkbar, kann aber nachgebessert werden	-	Vertiefte Abklärung notwendig	Anpassungsmass- nahmen in einzelnen Fällen
Bodensee	Auswirkungen auf den Bodensee	20	keine	=	Ausreichend abgeklärt	keine
Gesetze und Schutzabkommen	Kompatibilität mit Höherstau	21	Teilweise nicht kompatibel	--	Alle Gesetze überprüfen, Änderungsmöglichkeiten, Interpretationsspielraum	Änderungen, wo notwendig, einleiten

Bereich	Kriterium	Kap.	Beurteilung	Be- wert ung	Stand / Zusatzuntersuchungen	Massnahmen
Wirtschaftlichkeit	Konzessionsart	22	Neukonzessionierung würde finanzielles AUS bedeuten	---	Vertiefte Abklärung notwendig	Rechtsgutachten durch Amtler
	Konzessionskosten	22	Zu hoch, unwirtschaftlich	--	Vertiefte Abklärung notwendig	Senken der Vergabegebühren
	Schutz bestehender Gebäude	23	Möglicherweise zu hoch, unwirtschaftlich	--	Vertiefte Abklärung notwendig	Bauliche Massnahmen notwendig
	Kosten für Zusatzuntersuchungen	23	Möglicherweise zu hoch, unwirtschaftlich	--	Kostenbeteiligung durch andere?	Gutachten bündeln, nur was wirklich notwendig ist.

Die Bewertung, ob eine Auswirkung als schwache, mittlere oder starke Beeinträchtigung gesehen wird, hängt vom gewählten Szenario (K+10 bis K+40) ab. Die getroffenen Einstufungen basieren auf K+40 ganzjährig.

1 Auftrag, Arbeitsgruppe, Art und Umfang der Studie

Im Kantonsparlament des Kantons Schaffhausen wurde am 31. Oktober 2011 ein Postulat von Kantonsrat Martin Kessler überwiesen. Im Postulat wird ausgeführt, dass Regierung und Parlament mehrfach den Willen geäussert haben, sich von der Kernkrafttechnologie zu lösen. Als Alternative biete sich die Wasserkraft an, wo gerade im Kanton Schaffhausen noch ein grosses Potential brach liegen würde. Das Postulat führt weiter aus, dass das Kraftwerk Schaffhausen seit fast 50 Jahren konstant und zuverlässig aus erneuerbarer Energie gewonnenen Strom liefere und dass schon mit einem leicht höheren Wasserniveau des Rheins eine beachtliche Leistungssteigerung erreicht werden könnte. Das Postulat fordert deshalb die Prüfung der erforderlichen Massnahmen, unter Beachtung eines minimalen Eingriffs in die bestehende Uferlandschaft, um eine maximale Steigerung des Stromertrages erreichen zu können.

Der Regierungsrat des Kantons Schaffhausen wird im Postulat Kessler konkret aufgefordert: dem Kantonsrat Bericht und Antrag über die Änderung des Wasserwirtschaftsgesetzes und evt. weiterer tangierter Gesetze zu erstatten, mit dem Ziel, durch Erhöhung des Wasserstandes oberhalb des Kraftwerkes die Leistung des Kraftwerkes Schaffhausen AG substantiell zu erhöhen.

Das Baudepartement des Kantons Schaffhausen beauftragte das kantonale Tiefbauamt, eine Machbarkeitsstudie "Stauerhöhung Rheinkraftwerk Schaffhausen" zu erarbeiten. Das Tiefbauamt wurde dabei von einer Arbeitsgruppe, zusammengesetzt aus kantonalen und städtischen Fachstellen, sowie einem Vertreter von Umweltverbänden unterstützt.

Die Firma Entec AG Consulting & Engineering, St Gallen, wurde mit der fachlichen Begleitung der Arbeitsgruppe beauftragt. Das Kraftwerk Schaffhausen (KWS) hat für die Bearbeitung der vorliegenden Machbarkeitsstudie verschiedene Grundlagen und Daten zur Verfügung gestellt.

Auftrag, Art und Umfang der Studie

Die vorliegende Machbarkeitsstudie "Höherstau Rheinkraftwerk Schaffhausen" richtet sich an die Behörden des Kantons Schaffhausen. Die vorliegende Studie basiert noch nicht auf einem konkreten Projekt. Bei der vorliegenden Studie handelt es sich deshalb um eine Vorstudie zur Machbarkeit eines allfälligen Höherstaus. Ähnlich eines Pflichtenheftes für einen Umweltverträglichkeitsbericht wird für alle betroffenen Bereiche der aktuelle Kenntnisstand beschrieben und eine Einschätzung hinsichtlich der Relevanz vorgenommen. Bereiche, welche nach dem heutigen Kenntnisstand abschliessend beurteilt werden können, werden bezeichnet. Für die übrigen Bereiche wird Bedarf und Umfang für zusätzliche Untersuchungen aufgezeigt und der finanzielle Handlungsspielraum umrissen. Es wird eine grobe Einschätzung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen.

Basierend auf dem heutigen Kenntnisstand wird eine Einschätzung der Machbarkeit eines Höherstaus vorgenommen und die für eine mögliche Realisation notwendigen Rahmenbedingungen werden beschrieben. Die vorliegende Machbarkeitsstudie dient damit dem Regierungsrat des Kantons Schaffhausen als fachliche Grundlage zur Beantwortung des Postulates Kessler.

Die vorliegende Studie ist noch keine definitive Antwort, ob ein Höherstau tatsächlich realisiert werden kann oder nicht. Die Studie definiert vielmehr den Rahmen und die notwendigen Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit ein solches Projekt umgesetzt werden kann. Auf der Basis dieser skizzierten Voraussetzungen und Rahmenbedingungen muss dann die Kraftwerk Schaffhausen AG abwägen und letztlich

auch entscheiden, ob sie eine Ausarbeitung eines konkreten Projektes an die Hand nehmen will und kann. Dazu müssen durch das KWS sicherlich noch eingehendere Wirtschaftlichkeits- und Risikoüberlegungen angestellt werden.

Soll ein Höherstau tatsächlich realisiert werden, muss das KWS ein entsprechendes Konzessionsgesuch bei den schweizerischen Bundesbehörden (Bundesamt für Energie) und den deutschen Behörden (Regierungspräsidium Freiburg) einreichen. Diese Behörden entscheiden letztlich abschliessend über die Durchführbarkeit eines solchen Vorhabens und erteilen ggf. die dazu notwendige Bewilligung. Einer solchen Bewilligung müssen zudem auch noch die Anrainerkantone Thurgau und Zürich zustimmen.

2 Einführung

Ziel dieser Vorstudie ist es, die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen zu untersuchen. Dabei werden alle relevanten Faktoren, insbesondere technische, gewässerökologische und wirtschaftliche, mit einbezogen. Die Studie wurde vom Kanton Schaffhausen in Auftrag gegeben. Da die Konzessionsstrecke des Rheins jedoch auch Abschnitte der Kantone Zürich und Thurgau sowie der Bundesrepublik Deutschland beinhalten, wurden diese teilweise in die Untersuchung mit einbezogen. Für die weiteren Untersuchungen ist eine engere Zusammenarbeit notwendig.

Das Kraftwerk Schaffhausen ist das erste Flusskraftwerk unterhalb des Bodensees und liegt im Stadtbereich von Schaffhausen. Die technischen Daten sind wie folgt:

KW-Typ	Flusskraftwerk Laufwasserkraftwerk
Wehrtyp	3 Segmentschütze mit aufgesetzten Klappen
Konzessionsstrecke OW	12,5 km, endet bei km 138,00 (Bleiche)
Konzessionsstrecke UW	1,6 km
Stauziel Konzession (Pegel Schifflande)	390,80 müM bis 392,00 (bei HW)
Fallhöhe	6,5 m
Ausbauwassermenge	500 m ³ /s
Turbinen	2 vertikale Kaplan turbinen
Installierte Leistung	26 MW
Jahresarbeitsvermögen	165'000 MWh
Inbetriebnahme	1963
Konzessionsende	2043
Q _m / Q ₉ / HQ ₁₀	370 / 740 / 950 m ³ /s

Das Kraftwerk ist auf dem neuesten technischen Stand. Nach ca. 40 Jahren Betriebszeit wurden die beiden Kaplan turbinen komplett überholt und befinden sich in einem neuwertigen Zustand. Weitere wirtschaftlich und technisch sinnvolle Möglichkeiten zur Steigerung der Leistung oder der Produktion bestehen ohne Stauerhöhung nicht mehr.

3 Hydrologische Grundlagen

Hydrologische Daten, das heisst langjährige Messreihen der Abflüsse des Rheins in Schaffhausen bilden die Basis für die Berechnung der möglichen Produktionssteigerung im KWS infolge des Höherstaus. Die Abflussdaten sind auch notwendig für die Abschätzung der Veränderungen der Wasserspiegellagen und Fliessgeschwindigkeiten im gesamten Staubereich.

Die hydrologischen Grundlagen für die vorliegende Untersuchung wurden vom KWS zur Verfügung gestellt und basieren auf den Abflüssen am Pegel Flurlinger Steg unterhalb des KWS. Es wurden mittlere Tageswerte für alle Tage der Jahre 1963 bis 2010 bereitgestellt.

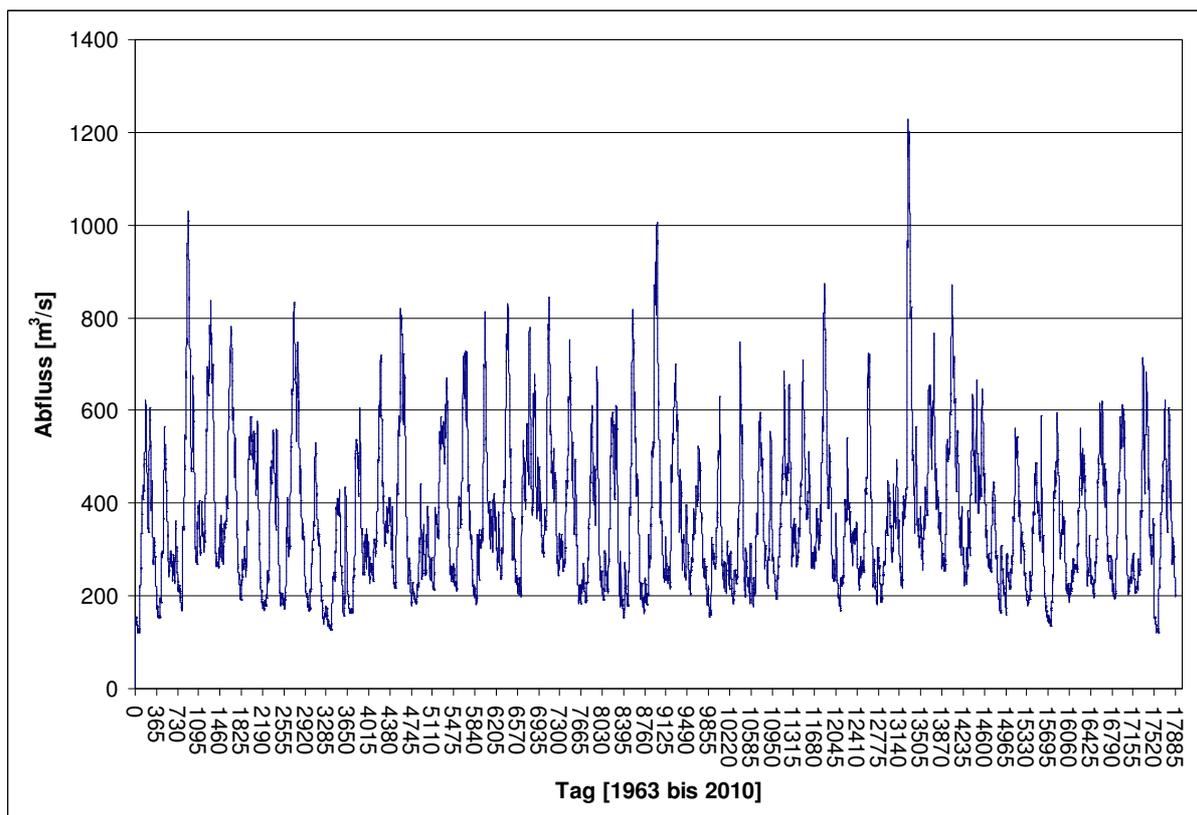


Abb. 1. Tagesmittlere Abflüsse von 1963 bis 2010

Die Abflüsse in Abb. 1 zeigen ein ausgeprägtes Sommer-Winter Regime und bewegen sich im wesentlichen zwischen 200 m³/s und 600 m³/s. Hochwasserabflüsse über 800 m³/s werden regelmässig erreicht, das Jahr 1999 mit seinem Spitzenhochwasser über 1200 m³/s sticht hervor. Die Niedrigwasserabflüsse liegen um 200 m³/s, wobei dieser Wert auch regelmässig unterschritten wird. Die niedrigsten gemessenen Abflüsse liegen unter 150 m³/s.

Abb. 2 zeigt die Abflussganglinie für das Jahr 2008, welches ein durchschnittliches Jahr war. Die abflussreichsten Monate sind Juni und Juli, in diesen Monaten liegen die Abflüsse zwischen 500 m³/s und 600 m³/s. In den Wintermonaten liegen die Abflüsse zwischen 200 m³/s und 300 m³/s, ausgeprägte Niedrigwasserphasen waren 2008 nicht vorhanden.

Abb. 3 zeigt verschiedene Dauerlinien. Die dunkelblau durchgezogene Linie enthält alle Daten von 1963 bis 2010 und ist daher nicht gemittelt. Diese Linie beschreibt am genauesten das Abflussverhalten, welches für die Berechnung der Energieerzeugung relevant ist. Alle weiteren Berechnungen, die auf der Dauerlinie basieren, wurden daher mit diesen Daten durchgeführt. Die anderen Dauerlinien zeigen zum Vergleich Beispiele für jeweils ein nasses, ein trockenes und ein durchschnittliches Jahr. Das dargestellte Jahr 2010 hat einen ähnlichen Abflussverlauf wie die langfristige Dauerlinie, zeigt aber keine ausgeprägten Hochwasser- oder Niedrigwasserphasen.

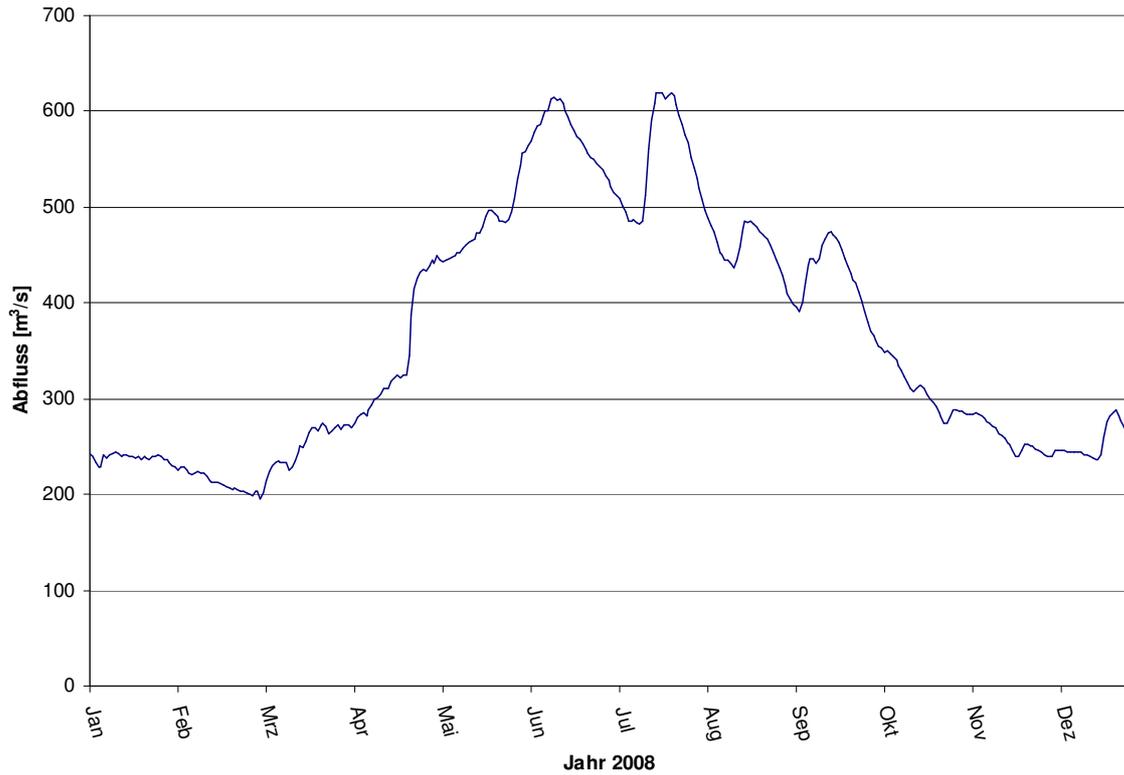


Abb. 2. Abflussganglinie für das Jahr 2008, ein durchschnittliches „typisches“ Jahr

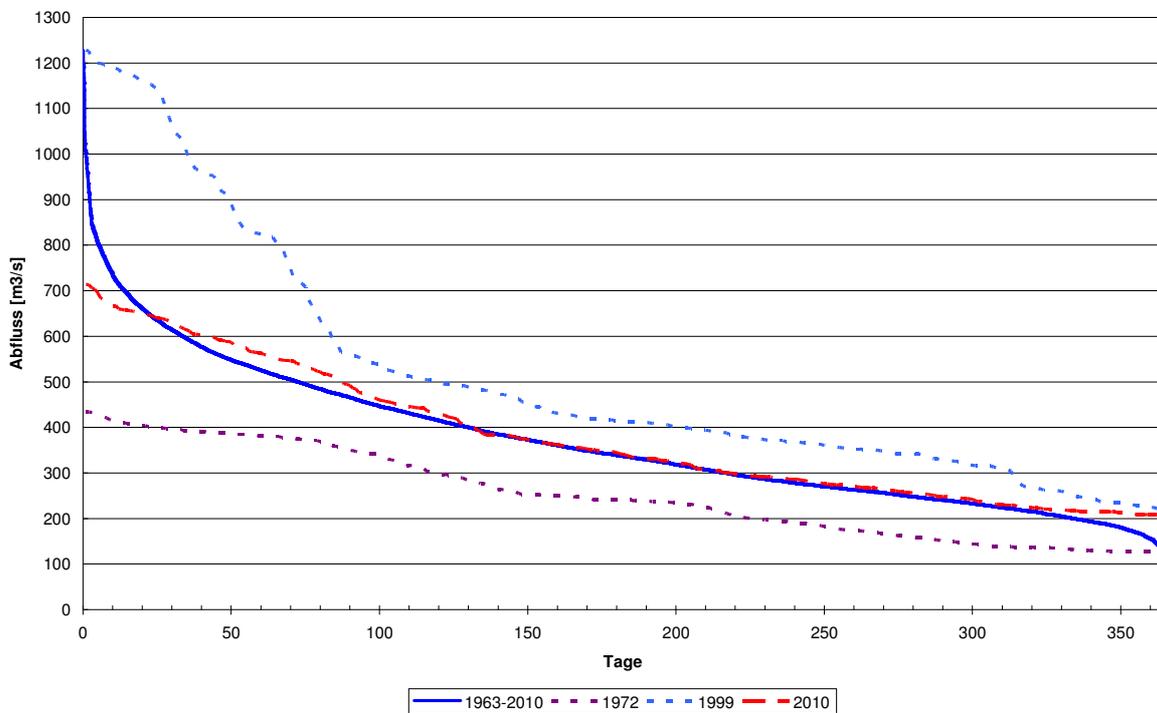


Abb. 3. Langjährige Abflussdauerlinie sowie Dauerlinien ausgewählter nasser, trockener und durchschnittlicher Jahre

4 Geplante Stauerhöhung und Stauführung

Es ist geplant, den Stau, bezogen auf den Pegel Schiffländle, um 10 cm bis 40 cm gegenüber dem heutigen Stauziel von 390,80 müM zu erhöhen bis auf 391,20 müM. Am Kraftwerk selbst liegt der Wasserspiegel wenige Zentimeter darunter, bei niedrigen Abflüssen sehr wenig, bei steigenden Abflüssen etwas mehr. Dies wird bis zum Erreichen des Ausbauabflusses von 500 m³/s mit den Turbinen geregelt, darüber werden sukzessive die Wehrklappen abgesenkt, um die gewünschten Wasserstände exakt einzuhalten.

Bis zu einem Abfluss von 425 m³/s bedeutet das, dass auch am Kraftwerk selbst ein Wasserstand von etwa 40 cm über den heutigen Wasserständen gehalten werden kann. Ab 425 m³/s muss begonnen werden, am Pegel Schiffländle die Wasserstände kontinuierlich so abzusenken, dass der Pegel Landesgrenze bei km 128,511 konstant bei 391,40 gehalten wird und erst dann weiter ansteigt, wenn der Wasserstand auch nach der heutigen Konzession darüber hinaus ansteigen würde, was bei ca. 835 m³/s der Fall ist. Ab diesem Abfluss würde der Stau entsprechend der jetzigen Konzession gefahren.

Zusammenfassend steigen also bei niedrigen Abflüssen die Wasserstände deutlich an, ab 425 m³/s reduziert sich der Anstieg kontinuierlich und bei Abflüssen über 835 m³/s würde sich nichts gegenüber der heutigen Situation verändern.

An der Schiffländle in Schaffhausen wirkt sich das so aus, dass bis zu einem Abfluss von 425 m³/s der Wasserstand 40 cm höher liegen würde als heute, bei weiter steigendem Abfluss ginge der Wasserstand kontinuierlich zurück, um ab 835 m³/s den heutigen Wert von 390,80 müM zu erreichen.

5 Notwendige Anpassungen am Kraftwerk

Das KWS besitzt zwei Konzessionen, eine für die Stromerzeugung durch Nutzung der Wasserkraft innerhalb der Konzessionsstrecke und eine zweite für die Entnahme von Grundwasser für die Generatorkühlung¹. Das KWS ist heute nach einer grossen Revision beider Maschinensätze, die in den letzten Jahren durchgeführt wurde, in einem ausgezeichneten Zustand und könnte ohne grössere Massnahmen bis zum Ende der Konzessionsdauer 2043 betrieben werden.

Durch die Stauerhöhung bezogen auf den Pegel Schiffländle steigt auch der Wasserstand am Kraftwerk selbst etwa um das gleiche Mass an. Im Wesentlichen ist das Kraftwerk ohne grössere Anpassungen oder Änderungen für einen solchen geplanten Höherstau bereit. An den Wehren sind möglicherweise geringfügige Anpassungen notwendig. Bisher wurde nur probeweise während der 60er Jahre das Stauziel 391,00 müM (d.h. 20 cm Stauerhöhung) überprüft, es besteht daher noch Abklärungsbedarf. Die Steuerung des Kraftwerks müsste auf die veränderten Betriebsbedingungen eingestellt werden.

Zusätzlich sind einige Begleitmassnahmen erforderlich. Die gesetzlich für alle Stauanlagen vorgeschriebene Dammbuchsimulation müsste neu erstellt werden und entsprechende Notfallpläne wären zu überarbeiten.

Da bisher nicht abschliessend geklärt werden konnte, ob eine Stauerhöhung im Rahmen einer Konzessionsänderung realisiert werden könnte oder ob eine Konzessionserneuerung notwendig wäre, ist auch nicht abschliessend geklärt, was mit der *naturemade star* Zertifizierung passieren würde. Vermutlich stünden auch hier zusätzliche Untersuchungen und eine Anpassung des Management Plans an.

¹ Diese beläuft sich auf insgesamt 580'000 m³ pro Jahr, was etwa 20 l/s entspricht.

6 Hydraulische Grundlagen, Abflüsse, Wasserspiegellagen

Die Wasserspiegel und damit auch die Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten in der gesamten Konzessionsstrecke sind vom jeweiligen Abfluss und der Stauführung abhängig. Alle weiteren Veränderungen oder Beeinflussungen ergeben sich aus diesen primären Veränderungen. Es ist daher zunächst notwendig, die Veränderungen der Wasserspiegellagen entlang der Konzessionsstrecke in Abhängigkeit von den Abflüssen und der Stauführung grundsätzlich zu ermitteln.

Die aktuelle Wasserführung des Rheins kann über das Internet unter <http://www.hydrodaten.admin.ch/de/#highResolution> abgefragt werden. Die Daten, die dort abgelesen werden können, unterscheiden sich geringfügig von den Daten, die vom KWS zur Verfügung gestellt werden. Diese Unterschiede liegen innerhalb der möglichen Messgenauigkeiten und haben keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie.

6.1 Berechnungsgrundlagen

Die Wasserspiegellagen und die jeweilige Lage der Stauwurzel können aus den vorhandenen Daten, die empirisch für die Studien 1997 angefertigt wurden, für jeden beliebigen Standort innerhalb des Stauraums abgeleitet werden. Die verwendeten Daten wurden ursprünglich empirisch für die 1968 angedachte Stauerhöhung durch Feldmessungen entlang der Konzessionsstrecke ermittelt und tabellarisch und graphisch festgehalten. Zwischenwerte wurden durch Interpolationen ergänzt. Diese Daten wurden vom KWS zur Verfügung gestellt und weiter ausgewertet. Alle in diesem Gutachten gemachten Angaben basieren auf der Auswertung dieser Messungen. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Staustrecke seit 1968 nicht grundlegend verändert hat und die Datengrundlage mehr oder weniger noch zutreffend ist. Im Rahmen der weiteren Untersuchungen zur Stauerhöhung wird es aber notwendig sein, diese Daten zu verifizieren und zu aktualisieren.

Die Abflüsse in der Konzessionsstrecke wurden für den Zeitraum von 1963 bis 2010 als Tagesmittelwerte vom KWS zur Verfügung gestellt. Aus diesen Daten können die typischen jahreszeitlichen Abflüsse und ihre Schwankungen abgeleitet werden.

Aus den abfluss- und stauabhängigen Verläufen der Wasserspiegel in Kombination mit den saisonalen Abflussdaten werden die saisonalen Veränderungen der Wasserspiegellagen entlang der Staustrecke ermittelt.

6.2 Veränderung der Wasserspiegellagen entlang der Konzessionsstrecke

Die heutigen sowie die zukünftig veränderten Wasserspiegellagen entlang der Konzessionsstrecke sind in den Anhängen 2 bis 4 für den jetzigen Zustand sowie für die vier Höherstauoptionen dargestellt. Die Optionen sind mit K+10, K+20 usw. bezeichnet, was z.B. für „Konzession plus 10 cm“ usw. steht. Aus den Wasserspiegellagen und dem Sohlverlauf lassen sich mittleren Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten und ihre Veränderung berechnen. Diese sind im Anhang 4 ebenfalls dargestellt. Die Lage und höherstaubedingte Verschiebung der Stauwurzel wurde ebenfalls aus diesen Daten ermittelt. Alle Ergebnisse sind im Kapitel „19.1 Staustrecke des Rheins“ näher beschrieben.

7 Erhöhung der Stromproduktion am Kraftwerk Schaffhausen

Die jährliche Stromerzeugung im KWS liegt nach Angaben des Kraftwerksbetreibers bei ca. 165'000 MWh pro Jahr. Eine weitere Steigerung dieser Erzeugung ist ohne Erhöhung des Ausbaaabflusses oder der Fallhöhe nicht möglich.

7.1 Berechnungsgrundlagen

Für die Berechnung der Stromproduktion im KWS wurden die tagesmittleren Abflüsse der vergangenen 40 Jahre verwendet, die vom KWS zur Verfügung gestellt wurden. Die Berechnungen wurden einerseits anhand der Dauerlinie aus allen Abflusswerten und zusätzlich für einzelne Jahre durchgeführt. Die Unterschiede zwischen Sommer- und Winterhalbjahr bzw. die Untersuchungen zum saisonalen Höherstau im Winter wurden anhand der Abflussganglinie des Jahres 2008 durchgeführt, welche am nächsten an den über 40 Jahre gemittelten Werten liegt und damit für den langjährigen Durchschnitt am ehesten repräsentativ ist. Eine Berechnung der Stromproduktion mit gemittelten Ganglinien führt aufgrund des Ansatzes zu einem fehlerhaften Ergebnis, d.h. zu einer zu hohen Stromproduktion. Dies liegt daran, dass für einzelne Tage Abflüsse über dem Ausbaaabfluss, an denen also Wasser über das Wehr läuft, durch Tage mit niedrigeren Abflüssen durch die Mittelung kompensiert werden. Rechnerisch läuft dann das ganze Wasser an allen Tagen durch die Turbine, was in der Realität nicht der Fall ist. Bei der verwendeten Dauerlinie, die ohne Mittelung aus den mittleren Tagesabflüssen von 1963 bis 2010 generiert wurde, tritt dieser Fehler nicht auf.

Die Fallhöhen, die sich aus den jeweils abflussabhängigen Ober- und Unterwasserspiegellagen ergeben, wurden nach den Angaben vom KWS berechnet. Für die Höherstauszenarien wurden die neuen Oberwasserspiegellagen am Kraftwerk berechnet.

Die Wirkungsgrade der Maschinengruppen im Kraftwerk Schaffhausen wurden nicht an die veränderten Fallhöhen angepasst sondern unverändert als Funktion der Abflüsse belassen. Rücksprache mit dem Betreiber hat ergeben, dass für die Turbinen keine Muscheldiagramme vorhanden sind, aus denen man genauer abschätzen könnte, wie sich die Wirkungsgrade verändern. Es wurde daher vereinbart, die Wirkungsgrade nur abflussabhängig zu variieren und fallhöhenabhängig konstant zu lassen.

In der bisherigen Konzession ist ein Wehrüberlauf von 3 m³/s festgehalten, welcher ständig über das Stauwehr abgegeben werden muss. Was die genauen Beweggründe zur Festlegung des Abflusses über das Wehr gewesen sein mögen, ist nicht ganz klar, jedoch dürfte Landschaftsschutz ein Grund sein. Der Abfluss über das Wehr steht nicht für die Stromproduktion zur Verfügung. Die ganzjährige Nutzung der 3m³/s würde eine Steigerung der Stromproduktion von rund 1% ausmachen. Die Nutzung des Wehrvorhanges wurde von allen Beteiligten der Begleitgruppe als sinnvoll erachtet.

Es wurde daher vereinbart, dass in der vorliegenden Untersuchung davon ausgegangen wird, dass kein Wasser über das Wehr abgegeben wird, ausser wenn der natürliche Abfluss des Rheins das Schluckvermögen der Turbinen übersteigt. Dies ist an ca. 70 Tagen im Jahr der Fall.

7.2 Stromerzeugung

Die Berechnungen wurden mit dem Teilmodul „Wasserkraftanlage“ des Simulationsmodells CASiMiR (Jorde, 1997) durchgeführt. Die Ergebnisse sind wie folgt:

Tab. 1: Stromerzeugung basierend auf der langjährigen Dauerlinie, Stauerhöhung ganzjährig

Dauerlinie	Produktion [GWh/a]	Zuwachs absolut [GWh/a]	Zuwachs prozentual
Konzession	167.54	0	0.00%
K+0.1m	169.29	1.75	1.04%
K+0.2m	171.63	4.09	2.44%
K+0.3m	173.58	6.04	3.61%
K+0.4m	175.89	8.35	4.98%

Die Ergebnisse für die ganzjährige Stauerhöhung basierend auf der langjährigen Dauerlinie (Tab. 1) sind die Daten mit der höchsten Genauigkeit, da hier keine Mittelung zugrunde gelegt wird. Stattdessen wird die Datenreihe von 48 Jahren vollständig verwendet. Der Produktionszuwachs, der erzielt werden kann, liegt bei einer Stauerhöhung von 40 cm bei 8.35 GWh/a, was einer knapp 5 prozentigen Steigerung entspricht.

Um die jahreszeitlich unterschiedlichen Produktionssteigerungen abschätzen zu können, wurde aus der gesamten Datenreihe das Jahr 2008 ausgesucht, welches am ehesten einem hydrologisch durchschnittlichen Jahr entspricht bzw. der gemittelten Ganglinie am ehesten entspricht. Zunächst wurde eine ganzjährige Stauerhöhung simuliert. Die Ergebnisse, dargestellt in Tab. 2) unterscheiden sich erwartungsgemäss geringfügig von den Ergebnissen aus der Dauerlinie, liegen aber in einer sehr ähnlichen Grössenordnung.

Tab. 2: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung ganzjährig

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]	Zuwachs absolut [GWh/a]	Zuwachs prozentual
Konzession	171.12	0.00	0.00%
K+0.1m	172.80	1.68	0.98%
K+0.2m	174.84	3.72	2.17%
K+0.3m	177.16	6.04	3.53%
K+0.4m	179.55	8.43	4.93%

In einer weiteren Variante wurde untersucht, welche Produktionssteigerungen sich für das Jahr 2008 ergeben, wenn der Stau nur im Winterhalbjahr, d.h. vom 15. Oktober bis zum 14. April, erhöht wird und im Sommerhalbjahr unverändert bleibt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 enthalten.

Tab. 3: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung nur im Winterhalbjahr

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]		Zuwachs Winterproduktion [GWh/a]		Zuwachs Winterproduktion prozentual	Zuwachs Jahresproduktion prozentual
	Sommer	Winter				
Konzession	171.12	99.89	71.23	0.00	0.00%	0.00%
K+0.1m	172.08	99.89	72.19	0.96	1.35%	0.56%
K+0.2m	173.04	99.89	73.15	1.92	2.70%	1.12%
K+0.3m	174.00	99.89	74.11	2.88	4.04%	1.68%
K+0.4m	174.96	99.89	75.07	3.84	5.39%	2.24%

Die Stauerhöhung nur im Winterhalbjahr führt bezogen auf die bisherige Winterproduktion zu einer leicht überproportionalen Steigerung der Stromproduktion. Auf das ganze Jahr bezogen beträgt die mögliche Steigerung hingegen weniger als die Hälfte (2,24% für die Erhöhung nur im Winterhalbjahr, 2,68% für die Erhöhung nur im Sommerhalbjahr).

Die Ergebnisse für Stauerhöhung nur im Sommer sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tab. 4: Stromerzeugung basierend auf der Abflussganglinie für das Jahr 2008 (mittleres Jahr), Stauerhöhung nur im Sommerhalbjahr

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]		Zuwachs Sommerproduktion [GWh/a]		Zuwachs Sommerproduktion prozentual	Zuwachs Jahresproduktion prozentual
	Sommer	Winter				
Konzession	171.12	71.23	0.00	0.00%	0.00%	
K+0.1m	171.84	71.23	0.72	0.72%	0.42%	
K+0.2m	172.92	71.23	1.80	1.80%	1.05%	
K+0.3m	174.28	71.23	3.16	3.16%	1.85%	
K+0.4m	175.71	71.23	4.59	4.60%	2.68%	

Die sich daraus ergebenden Mehreinnahmen sind im Kapitel zur „Wirtschaftlichkeitsuntersuchung“ zusammengefasst.

Die Abbildung 4 zeigt ein Beispiel der Ganglinien der Abflüsse und des Wehrüberlaufs sowie der damit simulierten Leistungsganglinien, aus denen die Jahresenergieproduktionen berechnet wurden.

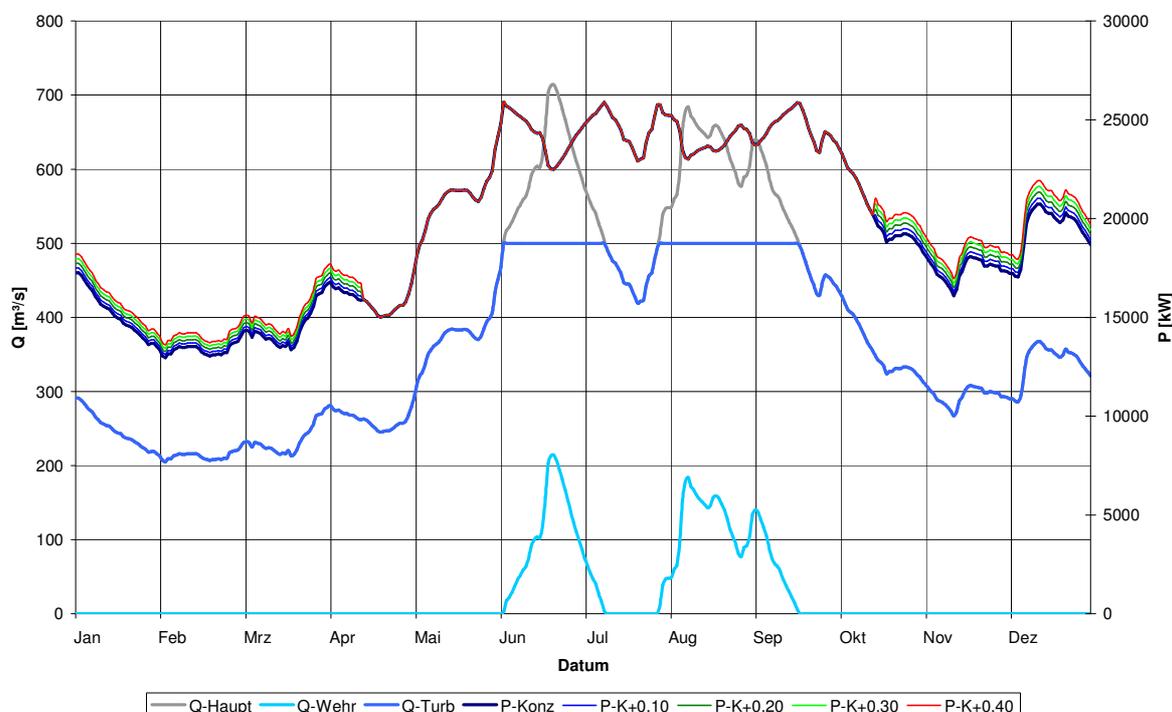


Abb. 4. Berechnung der Stromerzeugung für das Jahr 2008 anhand der Dauerlinie mit dem Simulationsmodell CASiMiR

7.3 Auswirkungen der Klimaänderung auf die Stromerzeugung

Eine aktuell veröffentlichte Studie von Weingartner (Weingartner and Zappa 2011), die sich speziell mit der Wasserkraftnutzung in der Schweiz befasst hat, kommt zu dem Ergebnis, dass aufgrund der Temperaturerhöhungen tendenziell die Sommermonate weniger Niederschlag aufweisen und der Niederschlag in den Wintermonaten verstärkt und bis in höhere Lagen als Regen fallen wird. Vorübergehend und bereits in der heutigen Phase aktuell werden die Gesamtabflussmengen geringfügig ansteigen, solange die Gletscher weiter abschmelzen. Die Jahresproduktion wird sich stärker in die Wintermonate verlagern, weil weniger Niederschlag in Form von Schnee zwischengespeichert wird. Stattdessen wird der Niederschlag direkt abfließen soweit er nicht in den Stauseen der alpinen

Speicherkraftwerke zurückgehalten wird. Zusätzlich wird die Schneeschmelze in allen Höhenlagen zeitlich vorverlegt, wodurch die durch Schneeschmelze generierten Abflussanteile früher zum Bodensee gelangen werden. Insgesamt wird es nur zu einer sehr geringfügigen Veränderung der zur Verfügung stehenden Wassermengen kommen, jedoch wird ein grösserer Teil des Gesamtabflusses im Winter und Frühjahr zur Verfügung stehen als bisher. Die Unsicherheiten in den Prognosen sind grösser als die prognostizierten Veränderungen. Man kann daher davon ausgehen, dass es in Bezug auf die durchschnittliche Jahresproduktion kaum Änderungen geben wird. Eine weitere aktuelle Studie der ETH Zürich (C2SM 2011) kommt zu ähnlichen Ergebnissen, geht aber eher von gleich bleibenden Winterniederschlägen aus. Insgesamt liegen die Unterschiede in den Aussagen innerhalb der Unsicherheiten beider Studien, so dass kein Widerspruch besteht.

Das Abflussverhalten des Rheins im betrachteten Abschnitt wird durch die Speicherwirkung des Bodensees stark gepuffert, so dass die verstärkt auftretenden Extremniederschläge, von denen alle Studien ausgehen, für das KWS kaum relevant sein werden.

Ein genereller Temperaturanstieg infolge der Klimaänderung wird sich tendenziell auch auf die Wassertemperaturen im Bodensee und im Rhein auswirken. Dieser wird sich tendenziell ebenfalls erwärmen. Dies hat zwar keine Auswirkungen auf die Stromerzeugung, ist aber insbesondere für die Äschen problematisch, die dadurch einem weiteren Stressfaktor ausgesetzt werden, was sich mit anderen Faktoren kumuliert.

8 Auswirkungen der Stauerhöhung auf Schifffahrt und Bootsfahrer

8.1 Fahrbetrieb Personenschifffahrt

Die Konzessionsstrecke des Kraftwerks Schaffhausen ist ein Teil der Strecke Schaffhausen - Stein am Rhein- Reichenau - Konstanz/Kreuzlingen, die von der Schweizerischen Schifffahrtsgesellschaft Untersee und Rhein, URH, befahren wird. Die Personenschifffahrt folgt einem Fahrplan, der in eine Frühjahrs-, Sommer- und Herbstsaison aufgeteilt ist. Zusätzlich fahren regelmässig Schiffe zu bestimmten Anlässen, wie Fonduefahrten und ähnliches. Eine Winterpause gibt es vom 3. Januar bis Ende März. Die URH besitzt mehrere Schiffe, zusätzlich gibt es auch noch eine Reihe privater Personenschiffe, die aber wesentlich kleiner sind und keine zusätzlichen Anforderungen an die Wasserstände im Rhein haben.

Begrenzende Faktoren für die Schifffahrt zwischen Schaffhausen und Stein am Rhein sind einerseits niedrige Abflüsse, bei denen die Wassertiefen zwischen der Stauwurzel und der Anlegestelle in Stein am Rhein nicht mehr ausreichend ist. Der geplante Höherstau wird in dieser Situation nur wenig ändern, lediglich die problematischen Zonen würden sich mit der Stauwurzel um einige Meter stromauf bewegen. An der grundsätzlichen Befahrbarkeit bei Niedrigwasser würde sich nichts ändern. Andererseits entstehen bei Hochwasser die Probleme in erster Linie an der Diessenhofer Brücke. Dort wird bei zu hohen Wasserständen die lichte Durchfahrtshöhe zu gering, so dass zunächst die Aufbauten der grösseren Schiffe abgesenkt werden müssen und schliesslich die Durchfahrt unmöglich wird. Referenzpegel für die Schifffahrt ist der Lattenpegel direkt an der Anlegestelle Diessenhofen, dessen Null bei 390.242 müM liegt. In Tabelle 5 sind die relevanten Pegelstände zusammengefasst.

Ab einem Pegel von 2,90 m wird der Schifffahrtsbetrieb zwar weiter fortgeführt, jedoch müssen die Passagiere in Diessenhofen aussteigen, zu Fuss zur Anlegestelle oberhalb der Brücke laufen und ein anderes Schiff für die Weiterfahrt nach Stein am Rhein besteigen.

Tab. 5: Wichtige Pegelstände für die Rheinschifffahrt in Diessenhofen

Betrieb unter Diessenhofer Brücke	Pegel Diessenhofen	Wasserstand müM	Entsprechender Abfluss heute	Abfluss zukünftig
Uneingeschränkt oder Zeltdach leicht absenken	bis 2,00 m	392,24 m	bis 450 m ³ /s	bis 390 m ³ /s
Absenkung Zeltdach und Führerhaus	2,00 bis 2,50 m	392,24 bis 392,74 m	450 - 600 m ³ /s	390 - 570 m ³ /s
Absenkung Zeltdach, Führerhaus, Personendeck räumen	2,50 bis 2,90 m	392,74 bis 393,14 m	ab 600 m ³ /s	ab 570 m ³ /s
Brücke gesperrt	ab 2,90 m	393,14 m	Keine Änderung	

Zur völligen Einstellung des Schiffsverkehrs bei Hochwasser kommt es erst bei grösseren Hochwässern. Einen festen Grenzwert gibt es hier nicht, technisch betrachtet könnten die Schiffe auch bei Abflüssen über 900 m³/s noch fahren. In den meisten Jahren gibt es daher keine generelle Unterbrechung der Personenschifffahrt wegen Hochwasser.

Die geplante Erhöhung des Staus am KWS um 40 cm hätte folgende Auswirkungen:

- Die Anzahl der Tag, an denen uneingeschränkt bzw. mit leicht abgesenktem Zeltdach gefahren werden kann, reduziert sich um ca. 35 Tage im Jahr. Über diesen Zeitraum müsste zukünftig stattdessen Zeltdach und Führerhaus abgesenkt werden.
- Die Anzahl der Tage, an denen zukünftig Zeltdach und Führerhaus abgesenkt und zusätzlich das Deck geräumt werden müsste, steigt um weniger als 10 Tage pro Jahr an.
- Es gibt gegenüber dem heutigen Zustand keine Zunahme der Anzahl der Tage, an denen die Durchfahrt unter der Diessenhofer Brücke gesperrt wäre.

Zusätzliche Bedenken wurden geäussert, dass die höheren Wasserspiegellagen auch den durch die Schifffahrt verursachten Wellenschlag entlang der Ufer weiter nach oben verlagern würden. Dies erfordert möglicherweise zusätzlichen Erosionsschutz oder Kiesschüttungen und könnte zur Störung empfindlicher Schilfgürtel führen.

8.2 Anlegestellen Personenschifffahrt

Innerhalb der Konzessionsstrecke des KWS befinden sich die URH Anlegestellen Schifflande in Schaffhausen, Büsingen und Diessenhofen. Die Anlegestelle Stein am Rhein liegt oberhalb der Stauwurzel, das heisst ausserhalb des Einflussbereichs, auch wenn der Stau erhöht wird. Zusätzlich zu den URH Anlegestellen gibt es noch eine Reihe von privaten. Dies sind die Anlegestellen Paradies und Katharinental.

Da zu den Passagieren der URH auch viele ältere Personen, Familien mit Kinderwagen oder Fahrrädern, und behinderte Menschen, zum Teil mit Gehhilfen oder im Rollstuhl gehören, ist es erforderlich, dass die Schiffe an allen Anlegestellen ohne grössere Niveauunterschiede betreten werden können. Einige der Anlegestellen, an denen die Wasserspiegel heute schwanken, sind daher mit Zugängen auf zwei unterschiedlichen Niveaus ausgestattet. Die Schiffe werden dort über Metallbrücken mit Rädern betreten, die je nach Wasserstand an einem der beiden Anlegerniveaus aufgestellt werden. An diesen Anlegestellen dürften kaum Änderungen notwendig sein.

Im Bereich der Schifflande Schaffhausen befinden sich insgesamt vier Anlegestellen, die auf den heutigen Wasserspiegel von 390,80 müM ausgelegt sind. Das heisst, das Niveau der Schiffsdecks, über welche die Schiffe betreten werden, ist ungefähr identisch mit dem Niveau der Schifflande. Dadurch ist sozusagen ein ebenerdiger Zutritt zu den Schiffen möglich. Zukünftig würden die Schiffe bei Wasserführungen bis circa 425 m³/s ein um etwa 40 cm höheres Einstiegniveau haben als heute. Bei steigenden Wasserführungen ab 425

m³/s würde dieses Niveau kontinuierlich absinken und ab 850 m³/s wieder auf dem heutigen Niveau bei 390,80 müM liegen. Im Bereich der Schifflande müssten daher alle Einstiegsstellen durch entsprechende Massnahmen an diese veränderlichen Wasserstände angepasst werden. Die einfachste Methode dazu wären vermutlich Rampen auf Rädern, deren Neigung angepasst werden kann.

8.3 Die Werft der URH

In der Werft der URH, die linksufrig unterhalb von Feuerthalen liegt, werden Schiffe gewartet und repariert. Dazu werden sie über eine schräge Ebene aus dem Wasser gezogen. Der Wasserspiegel im Bereich der Werft würde zukünftig um circa 40 cm ansteigen.

Der Arbeitsbereich in der Werft würde auch weiterhin oberhalb des Wasserspiegels liegen und könnte so weiter benutzt werden. Die bei den Arbeiten anfallenden Abwässer werden in einer Sammelrinne aufgefangen und einer Abwasserreinigungsanlage zugeführt. Sowohl die Sammelrinne als auch die gesamte Abwasserreinigungsanlage wären beim vorgesehenen Höherstau in der überfluteten Zone und müssten angepasst werden. Zusätzlich wären geringfügige Anpassungen am Schiffssteg und möglicherweise an den Molen notwendig. Insgesamt könnte der Betrieb der Werft wie bisher fortgeführt werden.

9 Auswirkungen der Stauerhöhung auf den Badebetrieb auf den Kiesbänken

Freiliegende Kiesbänke und Flachufer sind heute beliebte Badeplätze für die einheimische Bevölkerung. Durch den Höherstau werden tendenziell die freiliegenden Kiesbänke reduziert, in den abflussreichsten Monaten ändert sich jedoch kaum etwas. Hier sind auch heute bereits die Wasserstände höher als im Früh- und Spätsommer. Zukünftig werden, vereinfacht gesagt, die Wasserstände ganzjährig so sein, wie jetzt bei grosser Wasserführung. Anpassungen wären durch zusätzliche Kiesschüttungen leicht möglich.

10 Einfluss der Stauerhöhung auf den Grundwasserhaushalt

Je nach Rheinwasserstand und Abschnitt entlang der Konzessionsstrecke findet heute Grundwasserexfiltration oder -infiltration statt. Eine Stauerhöhung fördert eine verstärkte Infiltration in das Grundwasser und somit auch eine gewisse Temperaturerhöhung des Grundwassers für Trinkwasserentnahmen. Die Grundwasserqualität für Trinkwasserentnahmen kann hierdurch verändert werden. Eine Erhöhung des Grundwasserspiegels hat ebenfalls Einfluss auf bestehende Foundationen.

Eine genauere Einschätzung des Einflusses der Stauerhöhung auf den Grundwasserhaushalt kann dem Anhang Nr. 1, „Höherstau Kraftwerk Schaffhausen“, MBN Geologie (2011), entnommen werden.

11 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Trinkwasserentnahmen

Im Einflussbereich des Höherstaus sind mehrere Pumpwerke (PW) entlang des Rheins, welche die umliegenden Städte und Gemeinden mit öffentlichem Trink- und Brauchwasser versorgen. Ebenfalls wird Grundwasser für den privaten und industriellen Bereich gefördert.

Im Folgenden sind die wichtigsten Pumpwerke aufgelistet und die Auswirkungen kurz skizziert. Die vollständigen Angaben hierzu finden sich im Bericht „Höherstau Kraftwerk

Schaffhausen“ von MBN Geologie (2011), welcher im Anhang 1 beigefügt ist. Die Literaturreferenzen in diesem Kapitel beziehen sich auf die Referenzen im MBN Gutachten.

PW Warthau

Das PW Warthau befindet sich zwar in relativ grosser Entfernung zum Rhein (> 1 km). Der Grundwasserspiegel (gespannt) liegt ungefähr auf der gleichen Höhe wie in Rheinnähe bei Büsingen und die Fliessrichtung des Grundwassers ist in Richtung Rhein. Die Pumpmengen im PW Warthau sind zwar sehr gross, woraus grundsätzlich eine sich weit auswirkende Absenkung des Grundwasserniveaus entstehen könnte, die theoretisch einen Einfluss auf das Infiltrationsverhalten des Rheins haben könnte. Allerdings zeigt die sehr hohe Mineralisierung des geförderten Grundwassers, dass praktisch kein Rheinwasser zu diesem Pumpwerk gelangt.

PW Rheingasse, Feuerthalen

Zwei Markierversuche in den Jahren 1993 und 1994 zeigten, dass im Pumpwerk Rheingasse eine bedeutende Menge an Flusswasserinfiltrat gefördert wird, wiederum abhängig von der Förderrate ([7]). Im Sommer, bei hohen Förderraten können Anteile von bis zu 50% auftreten. Trotz schneller Infiltration ist keine bakteriologische Belastung des Wassers festzustellen. Dies wird darauf zurückgeführt, dass die Flusssohle eine gewisse Kolmatierung aufweisen dürfte, wobei ein (wahrscheinlich vorhandener) Mikrobenteppich das Eindringen von schädlichen Bakterien ins Grundwasser verhindert. Die im Vergleich zum benachbarten PW Rheinhalde deutlich grösseren Grundwasserspiegelschwankungen sind wahrscheinlich auf einen verstärkten Einfluss von Randzuflüssen aus den südlich oberhalb liegenden Rückzugsschottern zurückzuführen.

PW Rheinhalde, Schaffhausen

Zwei Markierversuche in den Jahren 1993 und 1994 zeigten, dass im Pumpwerk Rheinhalde eine bedeutende Menge an Flusswasserinfiltrat gefördert wird - abhängig von der Förderrate. Im Sommer, bei hohen Förderraten, können Anteile von bis zu 70% auftreten ([8], [9]). Es ist eine schnelle Infiltration festzustellen. Trotz der zeitweise hohen Anteile an Flusswasser wurden bisher kaum bakteriologische Probleme festgestellt. Dies wird auch hier darauf zurückgeführt, dass die Flusssohle eine Kolmatierung aufweist, wobei wahrscheinlich eine bioaktive Zone in den obersten Dezimetern der Flusssohle ("Mikrobenteppich") das Eindringen von schädlichen Bakterien ins Grundwasser verhindert. Bei maximaler Pumpleistung wird hauptsächlich Rheinwasser gefördert. Im Fall einer Gewässerverunreinigung (z.B. infolge Chemieunfall) müsste rasch abgestaut werden, um zu vermeiden, dass kontaminiertes Wasser in die Trinkwasserversorgung gelangt. Hierzu wären die Notfallpläne ggf. anzupassen.

Pumpwerk Laag, Dörflingen (SH)

Das Pumpwerk Laag erschliesst ebenfalls das Grundwasservorkommen des Schaffhauser Rinnenschotters. Er wird hier von Rückzugsschottern überlagert, ohne dazwischen liegende geringdurchlässige Sedimente. Aufgrund von Langzeitpumpversuchen ist von einem langen, flussparallelen Fliessweg des Grundwassers auszugehen ([1], [6]). Der Flusswasserinfiltratanteil ist v.a. im Sommer und bei hohen Pumpmengen gross, worauf auch die tiefen Nitratwerte (unter 10 mg/l) hindeuten. In jüngerer Zeit wurden aber auch generell ansteigende und schwankende Nitratwerte bis 35 mg/l beobachtet.

PW Gailingen (D), PW Gries und Sanitätshilfsstelle, Diessenhofen (TG)

Diese drei Pumpwerke erschliessen - wie erwähnt - das Grundwasservorkommen des Schaffhauser Rinnenschotters, das hier via die Flusssohle in direktem hydraulischem

Kontakt zum Rhein steht. Das Grundwasser weist Spiegellagen auf, welche je nach Wasserstand im Rhein auf wechselnde Infiltrationsverhältnisse hindeuten ([3]). Der Chemismus des Grundwassers (z.B. leicht erhöhte Nitratwerte bis rund 20 mg/l) deutet auf einen gewissen Anteil an Grundwasser hin, welches aus landseitig versickernden Niederschlägen stammt. Über grössere Strecken zirkuliert das Wasser \pm rheinparallel und kann daher landseitig gebildetes, "echtes" Grundwasser aufnehmen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Trinkwasserpumpwerke am Rhein teilweise Grundwasser und teilweise Uferfiltrat in wechselnder Zusammensetzung fördern. Durch den Anstieg des Rheinwasserspiegels wird insbesondere im Winter der Uferfiltratanteil im Vergleich zum jetzigen Zustand ansteigen. Dies stellt für die Aufbereitung des Wassers in den Trinkwasserversorgungsanlagen kein Problem dar.

Generell ist damit zu rechnen, dass die Temperatur der durch Flusswasser gespeisten Grundwässer mit einer ähnlichen Rate ansteigen wird wie die Flusstemperatur (Schürch, 2011). Der Höherstau und damit die etwas erhöhten Druckverhältnisse haben daher kaum einen zusätzlichen Einfluss auf die Temperatur des Grundwassers. Allenfalls haben erhöhte Pumpmengen und das dadurch vermehrte Nachströmen von „warmem“ Flusswasser einen Einfluss.

12 Auswirkungen der Stauerhöhung auf andere Grundwasserentnahmen

Es existieren einige wenige Entnahmen zu Heiz- und Kühlzwecken:

- Kraftwerk Schaffhausen, Mosergarten, Entnahme von maximal 580'000 m³/a (ca. 20 l/s) zur Kühlung der Generatoren. Die Entnahme wird durch den Höherstau nicht negativ beeinflusst. Das Wasser wird in den Gerberbach geleitet.
- Güterhof Bretterhof, Entnahme von maximal 456'000 m³/a (ca. 15 l/s) zu Heiz- und Kühlzwecken. Das Wasser wird direkt in den Rhein entlastet.
- IWC, Entnahme von maximal 235'000 m³/a (ca. 8 l/s) zu Heiz- und Kühlzwecken. Das Wasser wird direkt in den Gerberbach entlastet.
- Moosente, Entnahme von maximal 37'000 m³/a (ca. 1 l/s) zu Kühlzwecken. Das Wasser wird direkt in den Gerberbach entlastet.

Es wird davon ausgegangen, dass sich aus dem Höherstau keine Probleme ergeben. Der Gerberbach wird ab der Rheinbadi unterirdisch parallel zum Rhein und um das Kraftwerk herum geführt und entlastet unterhalb des KWS in den Rhein. Es gibt jedoch eine zusätzliche Hochwasserentlastung, die in Höhe der Badi in den Rhein einmündet und die durch den Höherstau eingestaut würde. Dies könnte Auswirkungen auf die Rückgabe des Wassers der oben genannten Nutzungen haben (siehe auch das nachfolgende Kapitel). Hier sind zusätzliche Untersuchungen notwendig.

13 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Einleitung von ARA Abläufen, Siedlungsentwässerungen, Regenwasserentlastungen

Neben den hydraulischen Auswirkungen sind unter diesem Aspekt auch Auswirkungen auf die Wasserqualität des Vorfluters zu beachten.

13.1 Abläufe und Entwässerungen

Es befinden sich vier Abwasserreinigungsanlagen im Konzessionsbereich. Da diese bereits bisher auch bei mehrwöchigen abflussreichen Perioden problemlos betrieben werden, dürften sich aus der geplanten Stauerhöhung keine zusätzlichen Probleme ergeben. Dennoch wurden bei den einzelnen Anlagen Erkundigungen eingezogen:

Kanton Thurgau:

ARA Paradies (Schlatt/Petribucht) und ARA Diessenhofen

Rücksprache mit den zuständigen Behörden im Kanton Thurgau hat ergeben, dass ein Höherstau weder für die ARA Paradies noch für die ARA Diessenhofen ein Problem darstellt. Die Auslaufleitung der ARA Diessenhofen befindet sich 20 m oberhalb der Niedrigwasserkote.

Die Ausleitung der ARA Paradies befindet sich bei der Petribucht mindestens 2 m über dem Rheinwasserspiegel. Zurzeit finden Gespräche statt ob die ARA Paradies mit der ARA Schaffhausen zusammengeschlossen wird. In diesem Fall würde der Standort Paradies nur als Hochwasserentlastung genutzt werden.

Gemäss den zuständigen Behörden würde ein eventueller Höherstau auch keine Probleme für die weiteren Hochwasserentlastungen und Notüberläufe im Kanton Thurgau darstellen.

Bundesrepublik Deutschland:

ARA Gailingen

Gemäss Angaben des für die ARA Gailingen zuständigen Ingenieurbüros Reckmann würde eine Stauerhöhung bis zu max. 40 cm keine negativen Auswirkungen auf die Kläranlage (diese liegt wesentlich höher oberhalb der Bebauung entlang des Rheins) bzw. auf das Abwasserpumpwerk haben. Bei Hochwasser im Rhein entstehen erhöhte Fremdwasseranteile in tief gelegenen Schmutzwassersammlern, deren Wasser zur ARA hochgepumpt werden muss.

ARA Büsingen

Gemäss Angaben des für die ARA Büsingen zuständigen Ingenieurbüros sind alle relevanten Regenwasserentlastungen und Siedlungsentwässerungen inklusive ARA-Auslauf hochwassersicher. Ein Höherstau des Rheins hätte somit keine Auswirkungen.

Kanton Schaffhausen:

ARA Laag (Dörflingen)

An der ARA Laag angeschlossen sind nur das Restaurant Waldheim und einige nahe gelegene Häuser. Ein Höherstau hätte keine Auswirkungen. Die Gemeinde Dörflingen selbst ist an die ARA Büsingen angeschlossen.

Stadt Schaffhausen, Gerberbach

Zusätzlich muss die Funktionsfähigkeit der Gerberbacheinmündung geprüft werden. Der Gerberbach wird zwar unterhalb des KWS in den Rhein eingeleitet, so dass die eigentliche Einleitung nicht vom Höherstau tangiert wird. Der Gerberbach besitzt jedoch eine Hochwasserentlastung, die direkt in den Rhein entlastet auf Höhe der Rheinbadi. Die Höhenlage des festen Überfalls dieser Hochwasserentlastung liegt auf 391.15 mÜNN und somit tiefer als die geplanten Wasserspiegellagen infolge der Stauerhöhung. Dadurch würde

permanent Rheinwasser in den Gerberbach gelangen und über diesen um das Kraftwerk herum in den Rhein fließen. Bei hoher Wasserführung des Gerberbachs würde zusätzlich die Hochwasserentlastung rückgestaut. Hier sind zusätzliche Untersuchungen und bauliche Anpassungen notwendig.

13.2 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Wasserqualität infolge der Abwassereinleitungen

Derzeit ist die Wasserqualität des Rheins in der Konzessionsstrecke sehr gut. Die mittleren Fließgeschwindigkeiten und das Wasservolumen im gesamten Staubereich würden sich infolge der Stauerhöhung nur unwesentlich ändern (vgl. Anhang 4). Als guten Anhaltspunkt kann man die Abnahme der mittleren Fließgeschwindigkeiten um 10-15 % heranziehen. Die rechnerischen Austauschzeiten im Staubereich werden sich ähnlich erhöhen, was insgesamt keine wesentliche Veränderung darstellt. Da das Wasservolumen im selben Mass ansteigt und eingeleitetes gereinigtes Abwasser rein rechnerisch noch stärker verdünnt wird als bisher, kann man davon ausgehen, dass die Austauschzeiten der eingeleiteten Abwässer im Staubereich nicht ändern und daher auch keine Veränderung der Wasserqualität eintreten wird.

14 Auswirkungen auf uferangrenzende Grundstücke und Uferverbauungen

Das KWS ist für den Unterhalt der Ufer im Bereich der gesamten Konzessionsstrecke zuständig, d.h. vom Steg in Neuhausen bis zum „Schupfen“. Die uferangrenzenden Grundstücke sind insbesondere im Stadtbereich mit zum Teil historischen aber auch neueren Gebäuden bebaut. Darüber hinaus werden die Uferliegenschaften, Wege und Badeplätze entlang der Konzessionsstrecke von den Besitzern oder der Öffentlichkeit intensiv genutzt. Sämtliche Massnahmen zum Schutz und Unterhalt der Ufer werden in Zusammenarbeit und Abstimmung mit den jeweiligen Eigentümern und Anliegern geplant und durchgeführt. Ungefähr $\frac{3}{4}$ der Uferstrecke ist in öffentlichem Besitz, der Rest ist Privatbesitz. Das KWS verfügt über eine durchgängige und umfassende Dokumentation der Situation entlang beider Ufer und aktualisiert diese in regelmässigen Abständen. Auf Basis dieser Informationen wurden gemeinsam mit dem KWS alle möglicherweise problematischen Punkte entlang beider Ufer erörtert und soweit möglich Lösungsansätze festgehalten. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die Nummerierung bezieht sich dabei auf handgeschriebene Einträge in den Lageplänen, die das KWS benutzt. Die Nummerierung beginnt am linken (südlichen) Rheinufer im Bereich des Kraftwerks und setzt sich stromaufwärts bis in den Bereich der Stauwurzel fort, wechselt dann auf das rechte (nördliche) Ufer und setzt sich flussabwärts wieder bis zum Kraftwerk fort.

Tab. 6: Auswirkungen auf ufernahe Grundstücke und Bebauungen

Nr.	Bezeichnung	Problematik	Lösung
Linkes Ufer ab Kraftwerk stromaufwärts			
1	Fischtreppe am KWS	Einlauf nicht an neue Wasserstände angepasst	Anpassung notwendig
2	Uferweg zwischen Kraftwerk und Rheinbrücke und „Salamanderbächli“	Uferweg liegt hoch genug aber Salamanderbächli würde eingestaut	Uferweg keine Massnahmen, aber Salamanderbächli anpassen
3	Bootshausbunker	Einfahrt möglicherweise zu niedrig	Begutachten und ggf. anpassen
4	Bootsanlegestellen Untere Rheingasse (unterhalb	Stege/Anleger zu niedrig?	Ggf. anpassen

	Rheinbrücke)		
5	Rheinanlieger Untere Rheingasse (unterhalb Rheinbrücke Schaffhausen)	Die Gebäude aus dem 15./16. Jh haben Keller und Fundamente, die bereits jetzt tiefer als der Rheinwasserspiegel liegen	Gebäude einzeln begehen und begutachten, Lösungen ausarbeiten
6	Bootsdurchfahrt Strassenbrücke Schaffhausen	Lichte Durchfahrtshöhe würde sehr gering, KWS, Polizei und private Boote fahren unter der Brücke durch zu ihren Liegeplätzen	Prüfen, Durchfahrt erschwert oder nicht mehr möglich, Anpassung der Brücke ist nicht realistisch
7	Rheinanlieger Obere Rheingasse (zwischen Strassen- und SBB Brücke)	Vgl. 5	Vgl. 5
8	Fundamente SBB Brücke	Keine Probleme ersichtlich	
9	Ufermauer Feuerthalen zwischen SBB Brücke und Werft (auf 890 m ³ /s + 0.5m ausgelegt)	Überschwappen bei Wellenschlag?	Prüfen und ggf. erhöhen
10	Ruderclub oberhalb der UHR Weft, Anlegestellen	Gelände überflutet?	Begutachten und ggf. anpassen
11	Strandbad Langwiesen und TCS Campingplatz	Vernässung der Wiesen, Überflutung bei Wellenschlag	Prüfen und ggf. Auffüllen
12	Ufermauer mit Gehweg oberhalb Camping bis zum Bunker, Gemeinde Langwiesen	Sollte hoch genug sein, evtl. Überschwappen durch Wellenschlag	Prüfen ggf. anpassen
13	Einmündung Auwiesbach	Keine, da Auwiesbach höher liegt	
14	Paradies, Anlegestelle	Keine erwartet	
15	Terasse des Gartenrestaurants Paradies	Evtl. Überschwappen durch Wellenschlag	Prüfen, ggf. anpassen
16	Einmündung des verdolten Schwarzbachs vom Koster Paradies kommend	Wahrscheinlich Rückstau	Renaturierung und Anpassung
17	Petri	Siehe Kap. Ökologische Auswirkungen	Evtl. Anpassung des Dammes notwendig
18	Einmündung Chleewiesbach am westlichen Rand des Schaaren	Teil des Äschennotfallkonzepts	Prüfen und ggf. anpassen soweit möglich
19	Brücke über alten Rheinarm, Wanderweg zur Schaarenwies	Bereits jetzt ab 600 m ³ /s überflutet, zukünftig länger überflutet.	anpassen
20	Schaaren	Siehe Kap. Ökologische Auswirkungen	
21	Oberer Schaaren	Badeplätze im Uferbereich würden evtl. überflutet	Prüfen und ggf. anpassen
22	Bunker des Vereins Rheinkastell am oberen Ende der Schaarenwiese	Keine erwartet	

23	Ufersicherung zwischen Galgenacker und Katharintental aus schrägen Betonplatten	Mögl. Erosion durch Wellenschlag	Prüfen, anpassen bzw. renaturieren
24	Renaturierungsprojekt unterhalb Katharintental	Kt. Thurgau	Keine Auswirkungen
25	Einmündung Geisslibach ist gleichzeitig Hafen für Diessenhofer Bootsbesitzer und Fischer	Keine erwartet	
Rechtes Ufer ab Gailingen stromabwärts			
26	Grundwasserpumpwerk Dörfingen	Verstärkte Rheinwasserinfiltration	Siehe Gutachten von Moos
27	Ara Dörfingen	Siehe Kapitel ARA	
28	Campingplatz Rheinwies unterhalb Waldheim (Kanuclub Schaffhausen)	Vernässung/Überflutung	Mögliche Massnahmen abklären
29	Naturschutzgebiet Rheinwies	?	LRA KN oder RP Freiburg, Aussenstellen Donaueschingen Frau Reichegger
30	Strudelbacheinmündung	Rückstau	Prüfen, ggf. anpassen
31	Büsing	Ufernahe Häuser im Ortskern von Büsing	Gebäude begutachten, Lösungen erarbeiten
32	Badeplätze unterhalb Büsing bis ARA Büsing	Evtl. Überflutung der Grundstücke	Wasserstandsänderungen während Badesaison prüfen
33	Renaturierungsprojekt direkt oberhalb ARA Büsing	Keine grösseren Auswirkungen	keine
34	Liegenschaften unterhalb von Büsing	Evtl. Wellenschlag	Vermutlich keine notwendig
Ab Schweizer Grenze ist das Ufer durchgehend verbaut mit Wanderweg und Treidelpfad			
35	Treidelpfad	Könnte überflutet sein	anpassen
36	Einwasserungsstelle Salzstadel oberhalb SBB Brücke, Parkplatz	Vermutlich keine	Massnahmen prüfen
37	Liegenschaften Fischerhäuserquartier zwischen SBB-Brücke und Schifflande	Fundamente und Keller im Wasser	Gebäude einzeln begutachten und Lösungen erarbeiten
38	Rheinbadi	Vermutlich keine	prüfen
39	Einmündung Gerberbach direkt an Rheinbadi	Rückstau	Muss untersucht werden, Situation unklar
40	Bootsanleger unterhalb der Rheinbadi unter auskragender Ufermauer	Lichte Höhe wird sehr knapp für Boote	prüfen

14.1 Stadtbereich Schaffhausen

Im Stadtbereich von Schaffhausen gibt es entlang beider Ufer Quartiere und Strassenzüge, deren Liegenschaften Keller und Fundamente haben, die unterhalb des Rheinwasserspiegels liegen. Es handelt sich insbesondere um das Fischerhäuserquartier, das sogenannte Lindli, sowie die Gebäude der Oberen und Unteren Rheingasse. Hier stehen zum Teil historische aber auch neuere Gebäude, die vor dem Bau des Kraftwerks regelmässig überflutet waren. Seit dem Bau des Kraftwerks gab es zwar keine grossflächigen Überschwemmungen des Stadtbereichs mehr, aber trotzdem sind die

Gebäude hinsichtlich ihrer Gebrauchsfähigkeit unter anderem vom Rheinwasserstand abhängig. Im Rahmen der weiteren Untersuchungen zur Machbarkeit der Stauspiegelerhöhung ist es daher notwendig, für jedes einzelne Gebäude abzuklären, welche Abdichtungs- oder sonstigen Massnahmen realisierbar sind und welche Kosten entstehen, zum nachhaltigen Schutz und der Sicherstellung der Gebrauchsfähigkeit der Gebäude.

Probleme mit Werkleitungen wurden generell erwähnt, es wurden aber keine konkreten Anhaltspunkte gefunden, wo solche tatsächlich auftreten könnten. Wo Abwasserleitungen zukünftig im Grundwasser bzw. im Uferfiltrat verlaufen, kann sowohl Abwasser ins Grundwasser beziehungsweise Uferfiltrat gelangen wie auch Grundwasser und Uferfiltrat in die Abwasserleitung. Abwasserleitungen im Grundwasser und im Uferfiltrat sind periodisch auf die Dichtigkeit zu überprüfen.

14.2 Übrige Konzessionsstrecke

Im weiteren Verlauf der Staustrecke sind generelle Befürchtungen wie „Entwertung der Grundstücke“ nicht haltbar, das es in der Summe sowohl positive wie auch negative Einflüsse geben wird, je nach der speziellen Situation. Da insgesamt die „Schwankungsbreite“ der Wasserspiegellagen abnehmen wird und gleichzeitig die neuen Wasserspiegellagen innerhalb der bisherigen Wasserspiegellagenschwankungsbreite liegen würden, kann nicht von einer generellen „Entwertung“ gesprochen werden. Kiesflächen, die heute als Liegefläche dienen, werden aber zukünftig im Frühjahr und Spätsommer, Herbst und Winter überflutet sein. Im Juli und August ändert sich jedoch nichts. In einzelnen Fällen werden vermutlich geringfügige Anpassungen notwendig.

15 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Hochwassersicherheit

Seit der Inbetriebnahme der KWS sind die früher regelmässig auftretenden Überflutungen im Stadtbereich der Stadt Schaffhausen verschwunden. Auch im Bereich der gesamten Konzessionsstrecke sind keine Hochwasserprobleme vorhanden. Der Abfluss bzw. die Wasserstände in der Konzessionsstrecke werden über die Turbinen und die Wehrfelder am Kraftwerk Schaffhausen geregelt. Die Wasserstände bei Hochwasser sind durch die grossen Wehröffnungen seit dem Bau des Kraftwerks wesentlich niedriger als sie historisch oder zu Zeiten des sogenannten Moserdamms waren. Bis zu einem Abfluss von 500 m³/s fliesst der gesamte Abfluss durch die Turbinen, steigt der Abfluss weiter an, so werden zunächst die Klappen abgesenkt, um den Wasserstand an der Schiffllände weiter konstant zu halten. Die Klappen haben eine Abflussleistung von jeweils 90 m³/s, so dass spätestens ab etwa 770 m³/s zusätzlich die Segmente gehoben werden, um die Abflussleistung zu erhöhen. Mit diesen Massnahmen wird der Pegel Schiffllände bis zu einem Abfluss von 1250 m³/s bei 390,80 müM gehalten. Das heisst, das Kraftwerk kann ein tausendjähriges Hochwasser abführen ohne dass der Pegel an der Schiffllände über den Normalstau ansteigt. Im Jahr 1999 (Pfungstmontag, 24. Mai) gab es eine Hochwasserspitze von 1228 m³/s, bei dem die Hochwasserabfuhr problemlos funktioniert hat.

Tab. 7: Abflüsse und Jährlichkeiten am Rhein in Schaffhausen

Jährlichkeit Schaffhausen	m ³ /s
30	1000
100	1090
300	1160
1000	1240

Auch in Zukunft wird sich bei Abflüssen über 850 m³/s nichts gegenüber dem heutigen Zustand ändern. Das heisst, Auswirkungen auf die Hochwassersicherheit sind keine zu

erwarten, da ab einem Abfluss von 850 m³/s die Stauführung genau dem heutigen Zustand entspricht. Der Hochwasserschutz im gesamten Bereich der Konzessionstrecke ist ausgelegt auf 890 m³/s plus zusätzlich eine Sicherheitsreserve von 0,5 m. Das entspricht etwa einem mittleren Hochwasser und beinhaltet mit 0,5 m eine aussergewöhnlich grosse Sicherheitsreserve. Die Gefahrenkarte für den Kanton Schaffhausen zeigt, dass der Rhein kein Problem ist und überall das Schutzziel eines vollständigen Schutzes bis zu einem HQ₁₀₀ eingehalten wird.

Als Fazit wird festgehalten, dass es bei Hochwasser keine zusätzlichen Überflutungsbereiche gegenüber dem heutigen Zustand geben würde, sondern dass zusätzlich überflutete Flächen nur bei niedrigen und mittleren Abflüssen auftreten.

16 Auswirkungen der Stauerhöhung auf die Landschaft

Der Fluss und seine Ufer prägen die Landschaft und sind von hohem landschaftsästhetischem und ökologischem Wert. Die Landschaft wird durch den Höherstau beeinflusst, weil flussbegleitende Kiesufer und Gewässerrandstreifen, die Ökotope und somit wichtige Elemente in Bezug auf die Verzahnung unterschiedlicher Lebensräume darstellen, dauerhaft überflutet und somit in ihrer räumlichen Ausdehnung reduziert werden. Das selbe gilt für gewässernahe Schlickflächen und Schilfzonen. Diese Flächen liegen heute innerhalb der Wasserwechselzone, d.h. im Sommer und bei grossen Abflüssen sind sie überflutet, im Winter oder bei niedrigen Abflüssen liegen sie trocken. Durch das neu geplante Stauregime würden manche dieser Flächen dauerhaft überflutet. Bei einer angenommenen Uferneigung von 1:5 wäre davon bei einem Höherstau von 40 cm ein ca. 2 m breiter Gewässerrandstreifen betroffen. Aus den Wasserstandsganglinien in den Anhängen 2 und 3 lassen sich diese Veränderungen für einzelne Abschnitte quantifizieren.

Auch Ortsbilder der direkt am Rhein liegenden Siedlungen werden sich durch die veränderten Wasserstände geringfügig, vor allem bei niedrigen Abflüssen, verändern.

Betroffen ist auf Schweizer Gebiet das BLN Gebiet 1411 „Untersee-Hochrhein“. Es erstreckt sich über die Gemeinden Buchberg, Dörflingen, Hemishofen, Neuhausen am Rheinfeld, Ramsen, Rüdlingen, Schaffhausen und Stein am Rhein. Die Bedeutung wird wie folgt beschrieben:

Landschaftlich grossartige und kulturgeschichtlich bedeutsame See- und Stromlandschaft von noch weitgehend ursprünglichem Gepräge. Ausgedehnte natürliche Ufer mit Verlandungsbeständen, wo sich die angestammte Flora und Fauna bis heute zu halten vermochte.

Untersee und Rhein bis Bibernmühle: Rastgebiet von europäischer Bedeutung für zahlreiche Entenarten, Rastgebiet für Limikolen. Bedeutendes Durchzugs- und Überwinterungsgebiet für Enten und einziges regelmässiges Überwinterungsgebiet des Singschwanes. Verbreitungsschwerpunkt der seltenen Kolbenente in der Schweiz. Eichenwald im Niderholz südwestlich von Marthalen: wichtiges Brutgebiet des Mittelspechtes.

Zahlreiche vorgeschichtliche Ufersiedlungen an See und Strom. Ruinen von Kastell und Wachttürmen des römischen Limes. Bedeutende klösterliche und städtische Siedlungen des Mittelalters.

Generell heisst es zu den Schutzzielen von BLN Gebieten:

Im BLN sind die besonders wertvollen Landschaften und Naturdenkmäler der Schweiz aufgeführt. Ziel des Inventars ist es, Vielfalt und Eigenart der einzelnen Objekte zu bewahren und gleichzeitig zur Erhaltung der landschaftlichen Schönheit, der natürlichen Ressourcen und der Biodiversität der Schweiz beizutragen.

Daraus ergibt sich, dass der Höherstau bestimmte Aspekte des BLN Gebietes berühren würde, einen grossen Teil der erwähnten Aspekte dagegen keineswegs. Es bleibt zu klären, wo und wie dies für den Höherstau im einzelnen relevant wäre.

17 Landwirtschaft und Forstwirtschaft

Möglicherweise werden vereinzelt Landwirtschaftsflächen vernässt oder überflutet. Weiterhin sind geringfügige Auswirkungen denkbar, weil allfällige Ausgleichsmassnahmen landwirtschaftliche Flächen beanspruchen könnten. Insgesamt sind die Auswirkungen auf die Landwirtschaft aber sehr marginal und lokal begrenzt.

18 Auswirkungen auf militärhistorische Anlagen und archäologische Funde

18.1 Bunker

Die Bunkeranlagen entlang des südlichen Rheinufer wurden um 1938/39 errichtet und sollten nach den damaligen Vorgaben einem mehrstündigen Artilleriebeschuss mit mehreren Volltreffern aus schweren Geschützen standhalten können. Die Bunker sind mehr oder weniger identisch und zweigeschossig gebaut. Sie weisen in den Untergeschossen Unterkünfte auf, wobei sich nahezu das ganze Untergeschoss im ufernahen Grundwasser befindet. Die Fundamente selbst reichen noch tiefer und bestehen aus bewehrten Grundplatten auf einer Magerbetonschicht. Die Betonmauern sind sehr dick. Im Untergeschoss haben die Bunker eine zusätzliche mineralische Innendichtung, die bis an die Decke der UGs reicht. Die Räume sind trotz fehlender Belüftung trocken.

Der Kanton Zürich, vertreten durch die Militärhistorische Stiftung, besitzt die Bunker „Strassenbrücke“, „Werft“ und „Boothaus“, die direkt unterhalb der Brücke nach Feuerthalen und im Bereich der Badeanstalt oberhalb der URH Werft liegen. Im Kanton Thurgau liegen weitere fünf Bunker im Bereich der Staustrecke. Diese werden zum Teil auch privat oder vom Kanton genutzt, wie beispielsweise der Bunker in Diessenhofen, der als Archiv dient.

Als die Bunker ursprünglich gebaut wurden, gab es anstelle des Kraftwerks noch den so genannten Moserdamm und die Wasserspiegellagen bei höheren Abflüssen lagen deutlich höher als heute. Auf diese Abflüsse waren die Bunker beziehungsweise ihre Dichtungen ausgelegt. Aufgrund dieser Tatsache sowie der visuellen Beurteilung wird davon ausgegangen, dass eine Erhöhung des Stauspiegels um maximal 40 cm keinen Einfluss auf die Bunker hat. Diese Einschätzung wird auch von der militärhistorischen Stiftung des Kantons Zürich (F. Nöthiger, pers. Mitteilung) mitgetragen.

18.2 Zonen archäologischer Funde

Neben den Bunkeranlagen existieren noch eine Reihe weiterer „Zonen archäologischer Funde“, die das Rheinufer im genannten Abschnitt berühren. Sie umfassen von West nach Ost folgende archäologische Fundstellen gemäss Kantonaalem Richtplan:

- Schlatt-Altparadies, Klosteranlage und Schlatt-Petribucht und Petriewies, Gräberfunde: von einer Erhöhung des Pegels könnten die leider nicht genau lokalisierten Grabfunde im Uferbereich der Petribucht betroffen sein. Für eine konkrete Beurteilung wären weitere Abklärungen durch das Amt für Archäologie nötig.
- Schlatt-Scharenwies, Siedlungsreste, Wehranlage und Wachturm: die Fundstellen direkt im Rheinknie sind nur teilweise erforscht, dass Fundschichten im Uferbereich aberodieren, wird durch Oberflächenfunde bestätigt. Eine Erosion dürfte sich bei einer Pegelerhöhung verstärken. Ein historischer Lehrpfad wurde in diesem Bereich vom Trägerverein „Rheinkastell“ angelegt.
- Diessenhofen-Mörderbuck, Wachturm: in leicht erhöhter Lage dürfte die Fundstelle durch das Vorhaben nicht tangiert werden.
- Diessenhofen-Galgenacker, Richtplatz und Wachturm: auch diese Fundstelle dürfte aufgrund der erhöhten Lage nicht tangiert werden.
- Diessenhofen-Katharinental, Kloster: kaum Risiko aufgrund der Lage und mehr oder weniger durchgehender Ufermauer.
- Diessenhofen-Altstadt: das Risiko für die Rheinbrücke und ufernahe Bauten müsste evtl. abgeklärt werden.

Falls diese Zonen archäologischer Funde über den heutigen Hochwasserspiegellagen liegen, sind sie durch die geplante Stauerhöhung nicht tangiert. Die Anmerkungen zu den Fundstellen im Bereich Schaaren machen aber zusätzliche Untersuchungen notwendig.

Auch das Rheinufer Frauenstein unterhalb des KWS ist ein kulturhistorisches Denkmal, es wird jedoch durch den geplanten Höherstau nicht beeinflusst.

19 Ökologische Auswirkungen

Freifliessende Gewässerstrecken grosser voralpiner Flüsse und ihre begleitenden Uferlandschaften sind generell wertvoll und durch vielerlei Eingriffe im Zusammenhang mit Wasserkraftnutzung, Hochwasserschutz und früheren Flussregulierungen im Vergleich zu natürlichen historischen Situation heute stark reduziert. Sie geniessen daher einen besonderen Schutzstatus. Im wesentlichen werden diese Flüsse durch ihre Morphologie, bestimmte Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen sowie ihrer Sohl- und Geschiebmaterialien charakterisiert. Entscheidend dabei sind nicht nur die Grössen selbst und ihre räumliche Heterogenität, sondern insbesondere ihre saisonale Dynamik, die durch die hydrologischen Regime angetrieben wird. Staustrecken sind demgegenüber massiv veränderte Lebensräume.

19.1 Konzessionsstrecke und Staustrecke des Rheins

Die Konzessionsstrecke des KWS, in der sich der Staubebereich befindet, erstreckt sich vom Kraftwerk selbst bis zur sogenannten „Bleiche“ bei Rheinkilometer 138.00. Der Begriff Konzessionsstrecke ist dabei ein rechtlicher Begriff und ist ein dauerhaft festgelegter Abschnitt des Rheins, innerhalb dem der Fluss aufgestaut werden darf. Ausserhalb der Konzessionsstrecke ist der Fluss immer freifliessend und wird nicht beeinflusst.

Die Staustrecke des Rheins ist dagegen eine physikalische Grösse und vom Abfluss abhängig. Sie bezeichnet den Abschnitt vom Kraftwerk bis zur sogenannten Stauwurzel. Die Stauwurzel liegt immer innerhalb der Konzessionsstrecke, ist aber vom Abfluss abhängig. Vom Ende der Konzessionsstrecke bis zur weiter unten gelegenen Stauwurzel ist der Fluss weiterhin frei fliessend und nicht vom Stau beeinflusst. Bei niedrigen Abflüssen liegt die Stauwurzel weiter oben, näher an der Konzessionsgrenze, bei grösseren Abflüssen wandert die Stauwurzel nach unten und der freifliessende Bereich vergrössert sich.

Bei sehr niedrigen Abflüssen um $100 \text{ m}^3/\text{s}$ (ein Abfluss, der praktisch nicht erreicht wird), läge die Stauwurzel heute immer noch deutlich innerhalb der Konzessionsstrecke. Im Fall des geplanten Höherstaus würde die Stauwurzel bei einem so niedrigen Abfluss aus der Konzessionsstrecke heraus wandern. In diesem Fall müsste der Stau um einige Zentimeter gelegt werden, um die Stauwurzel innerhalb der Konzessionsstrecke zu halten. Für die genaue Festlegung sind hierzu weitere Untersuchungen erforderlich.

19.1.1 Stauwurzel

Unter der Stauwurzel versteht man den Punkt auf der Längsachse eines Flusses, ab dem ein unterhalb gelegener Stau den Wasserspiegel verändert, d.h. durch Anstau erhöht. Dieser „Punkt“ oder besser gesagt „Fließquerschnitt“ verändert sich je nach Stauhöhe, falls diese veränderlich ist, und je nach Abfluss. Zusätzlich führen Veränderungen der Flusssohle oder Aufwuchs von Wasserpflanzen zu Veränderungen der Gewässerrauheit und somit zu einer Verschiebung der Stauwurzel.

Eine direkte und genaue rechnerische Ermittlung ist nur für gleichförmige (d.h. prismatische) Gerinne bei stationären Abflüssen möglich. Diese Bedingungen kommen in der Natur nicht vor. Um dennoch die Lage der Stauwurzel lokalisieren zu können, wird als Stauwurzel der Querschnitt bezeichnet, an dem sich die Fliesstiefe um 1% gegenüber der natürlichen Situation erhöht. Auch diese Definition beinhaltet in der Realität eine Reihe von Unklarheiten, insbesondere bei wechselnden Wassertiefen, aber man kann diese Punkte einigermaßen empirisch erfassen durch direkte Messungen. Es muss also klar sein, dass die Stauwurzel eher eine theoretische Betrachtungsweise ist, die sich in einem natürlichen und relativ ungleichförmigen Gerinne, wie dem Rhein zwischen Stein am Rhein und Diessenhofen, nur mit sehr aufwendigen Verfahren lokalisieren lässt und die sich nach jedem Hochwasser vermutlich geringfügig verschiebt. Die vorliegenden Daten, die vom KWS zur Verfügung gestellt wurden, stammen aus Untersuchungen, die im Jahr 1968 für die bereits damals ins Auge gefasste Stauerhöhung durchgeführt wurden. Die Daten liegen in Form von gezeichneten Diagrammen vor, die vermutlich auf Feldmessungen basieren. Es ist aber auch möglich, dass diese Daten zum Teil mithilfe von numerischen Methoden ermittelt wurden, die aber im Jahr 1968 mit Sicherheit die komplexen morphologischen und hydraulischen Bedingungen im Bereich der Stauwurzel nicht erfassen konnten.

Tab. 8: Angaben, die zur Berechnung der Stauwurzel zur Verfügung standen

Quelle	Abfluss	Stauziel Schifflande	Lage der Stauwurzel
KWS Zeichnung 1 D 13816	100	390,80	km 137,65
KWS Zeichnung 1 D 13816	150	390,80	km 137,25
Beha et al. 1997	200	390,80	km 136,88 Rhisäge
KWS Zeichnung 1 D 13816	450	390,80	km 135,45
Beha et al. 1997	500	390,80	km 133,00 Laag
KWS Zeichnung 1 D 13816	825	390,80	freifliessend
KWS Zeichnung 1 D 13816	100	391,20	km 138.55
KWS Zeichnung 1 D 13816	150	391,20	km 138.45
KWS Zeichnung 1 D 13816	450	391,20 (Absenkung beginnt)	km 136.95
KWS Zeichnung 1 D 13816	825	391,20 (abgesenkt)	freifliessend

Für die vorliegende Untersuchung wurde die Stauwurzel so definiert, dass ein Anstieg des Wasserspiegels gegenüber dem Wasserspiegel ohne Rückstau um 2 cm die Lage der Stauwurzel markiert. Diese Punkte konnten aus den vorhandenen Grafiken rechnerisch interpoliert werden, unterscheiden sich aber geringfügig von den wenigen festen Angaben zur Lage der Stauwurzel, die zur Verfügung stehen. Diese basieren auf dem grafisch

ermittelten Schnittpunkt zwischen aufgestauter Wasserspiegellinie und historischer Wasserspiegellinie.

Die Ergebnisse zeigen folgendes: Bei sehr niedrigen Abflüssen von 100 bis 150 m³/s würde im Falle eines Höherstaus um 40 cm die Stauwurzel aus dem Konzessionsbereich herauswandern. Der Stau muss daher abgesenkt werden, um die Stauwurzel innerhalb der Konzessionsstrecke zu halten. Bei ca. 200 m³/s wandert die Stauwurzel um 800 bis 900 m stromaufwärts, bleibt aber noch innerhalb der Konzessionsstrecke. Daraus ergibt sich, dass sich die bisher ganzjährig völlig unbeeinflusste freie Fliesstrecke um etwa 750 m verkürzt. Bei grösseren Abflüssen ab 450 m³/s wandert die Stauwurzel bei einer Stauerhöhung um 40 cm gegenüber der jetzigen Position wesentlich weiter (1,5 km) stromaufwärts. Bei noch grösseren Abflüssen um 600 m³/s liegt nach unseren Ermittlungen die Stauwurzel derzeit zwischen km 135,5 und km 136 und würde ebenfalls um circa 1,5 km stromaufwärts wandern.

Die bisherig beeinflusste Strecke zwischen km 137,25 und dem Kraftwerk verlängert sich um ca. 750 m und liegt zukünftig zwischen dem Konzessionsende bei km 138,00 und dem Kraftwerk.

Da sich die jeweilige Lage der Stauwurzel z.B. durch Pflanzenaufwuchs oder Veränderungen der Gewässersohle ändern kann, müsste die Annahmen durch Messungen überprüft werden. Insbesondere wäre zu prüfen, ab welchem Abfluss die Stauwurzel tatsächlich aus der Konzessionstrecke heraus wandert. Bei Unterschreitung dieses Abflusses müsste der Stau gegebenenfalls um einige Zentimeter abgesenkt werden.

Wesentlich aussagefähiger als die Lage der Stauwurzel, die von der Definition und der Art der Ermittlung (Messung oder Berechnung) abhängig ist, sind aus ökologischer Sicht die Veränderungen der lokalen Wasserspiegellagen und damit der Wassertiefen sowie der Fliessgeschwindigkeiten infolge des Höherstaus. Aus diesem Grund werden nur diese Grössen für die weitere Betrachtungen verwendet.

19.1.2 Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten

Lokale Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten sind wichtige Lebensraumindikatoren in Fliessgewässern (vgl. auch Kap. 19.1.5). Bereits heute sind die Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten in der Konzessionsstrecke gegenüber den natürlichen Verhältnissen ohne Kraftwerk stark verändert. Es gibt einen kontinuierlichen Übergang von Bereich der Stauwurzel, wo noch mehr oder wenige unveränderte natürliche Bedingungen herrschen, hin zum Stauwehr, wo bereits heute stark veränderte Bedingungen herrschen.

Fliessgeschwindigkeiten und Wassertiefen sind abflussabhängig und verändern sich zusätzlich infolge der geplanten Stauerhöhung. Die Veränderung der Wasserspiegellagen ist im Anhang 4 für die gesamte Konzessionsstrecke und für verschiedene Abflüsse dargestellt. Aus den Wasserspiegellagen und ihren Veränderungen sowie aus dem Sohlwegverlauf ergeben sich die Wassertiefen.

Generell liegen die querschnittsgemittelten Wassertiefen im Bereich der Stauwurzel beziehungsweise im oberen Bereich der Konzessionsstrecke bei geringen Abflüssen zwischen 1 m und 3 m, bei grösseren Abflüssen fast durchgehend über 4 m. Zum Kraftwerk hin nehmen die Werte auf 3 m bis 5 m zu, wobei es kaum mehr Veränderungen mit dem Abfluss gibt. Insgesamt sind die Veränderungen der Wassertiefen im Vergleich zu den absoluten Wassertiefen sehr gering. Die Veränderungen infolge von Abflussänderungen sind wesentlich grösser als in Folge der geplanten Anhebung des Stauspiegels.

Ebenso sind die Fliessgeschwindigkeiten stark abflussabhängig und unterscheiden sich auch entlang der Konzessionsstrecke (vgl. Anhang 4). Bei niedrigen Abflüssen um 200 m³/s herrschen in der oberen Hälfte der Staustrecke Fliessgeschwindigkeiten zwischen 0,5 und 1 m/s, in der unteren Hälfte sinken sie unter 0,5 m/s ab. Die geplante Stauerhöhung verursacht demgegenüber nur Reduktionen zwischen 5 und 10 cm/s. Bei mittleren Abflüssen um 500 m³/s steigen die Fliessgeschwindigkeiten auf 1 bis 1,5 m/s im oberen Bereich der Staustrecke und auf Werte um 1 m/s im unteren Bereich. Auch hier liegen die Änderungen infolge der geplanten Stauerhöhung bei maximal circa 15 cm/s, in den meisten Bereichen eher niedriger. Dies entspricht einer 10 bis 15-prozentigen Abnahme der Fliessgeschwindigkeiten im Fall einer Stauerhöhung um 40 cm.

Grundsätzlich bewirken Veränderungen der Wassertiefen und der lokalen Fliessgeschwindigkeiten immer eine Änderung der Habitatqualität für die Fauna und Flora der Gewässerbereiche. Dies gilt insbesondere für die Laichhabitats der Äschen. Da die Veränderung der Wassertiefen und der querschnittsgemittelten Fliessgeschwindigkeiten hier jedoch relativ gering sind, sollte es möglich sein, durch entsprechende Anpassungs- und Ausgleichsmassnahmen tragfähige Lösungen zu finden.

19.1.3 Geomorphologische Strukturen und Biotope

Geomorphologische Strukturen sind alle Bereiche der Wasserwechselzone, in erster Linie die wertvollen flachen Kiesufer und deren Biotope. Für die Bewertung der geomorphologischen Strukturen und somit auch der Biotope im Uferbereich ist die Veränderung der Wasserspiegellagen und ihre saisonale Dynamik ausschlaggebend. Da sich die ufernahen Strömungsgeschwindigkeiten kaum ändern werden, wird darauf in diesem Kapitel nicht weiter eingegangen. Über einen grossen Teil der Konzessionsstrecke sind die Ufer jedoch verbaut und ökologisch nicht sehr wertvoll.

Durch die Stauerhöhung wird die Wasserwechselzone reduziert, bei einer Böschungsneigung von 1:5 bewirkt eine Erhöhung des Niedrigwasserspiegels bei gleichzeitiger Beibehaltung des Hochwasserspiegels eine Reduktion der Wasserwechselzone um einen 2 m breiten Streifen (bei K+40) und somit um eine Abnahme der Dynamik. Es handelt sich dabei um vegetationsfreie Kiesflächen oder sonstige Uferstrukturen, die zukünftig im Winter nicht mehr trocken fallen sondern dauerhaft überflutet sind. Der amphibische oder semiterrestrische Bereich verliert an Fläche zugunsten des aquatischen Bereichs. Die zusätzliche Bodenfeuchte kann Ufervegetation verändern. Teilweise könnte dies durch zusätzlich anzulegende Uferstreifen kompensiert werden. Flächen die heute geringfügig über dem Niedrigwasserspiegel liegen (z.B. Petri und Laag), werden dauerhaft überflutet werden, die saisonale Dynamik verschwindet weitgehend.

Die Ergebnisse für bestimmte Abschnitte der Konzessionsstrecke lassen sich aus den Wasserstandsganglinien in den Anhängen 2 und 3 ablesen. Als Beispiel sind in Abb. 5 die Wasserspiegellagen für den Abschnitt Laag dargestellt.

Man erkennt das unter den jetzigen Konzessionsbedingungen die Wasserspiegel im Verlauf des Jahres 2008 zwischen 391,06 müM und 392,12 m schwankten, also eine Dynamik von 1,06 m aufwiesen. Im Falle der Konzessionsänderung auf K+40 würden sich die Werte auf 391,43 m bis 392,29 m verschieben und die Dynamik würde auf 0,86 m reduziert.

Um diese Verluste zu kompensieren, könnten weitere möglicherweise flacher geböschte Uferbereich angelegt werden, so dass in der Summe kein Verlust an wertvollen Flächen entstehen würde.

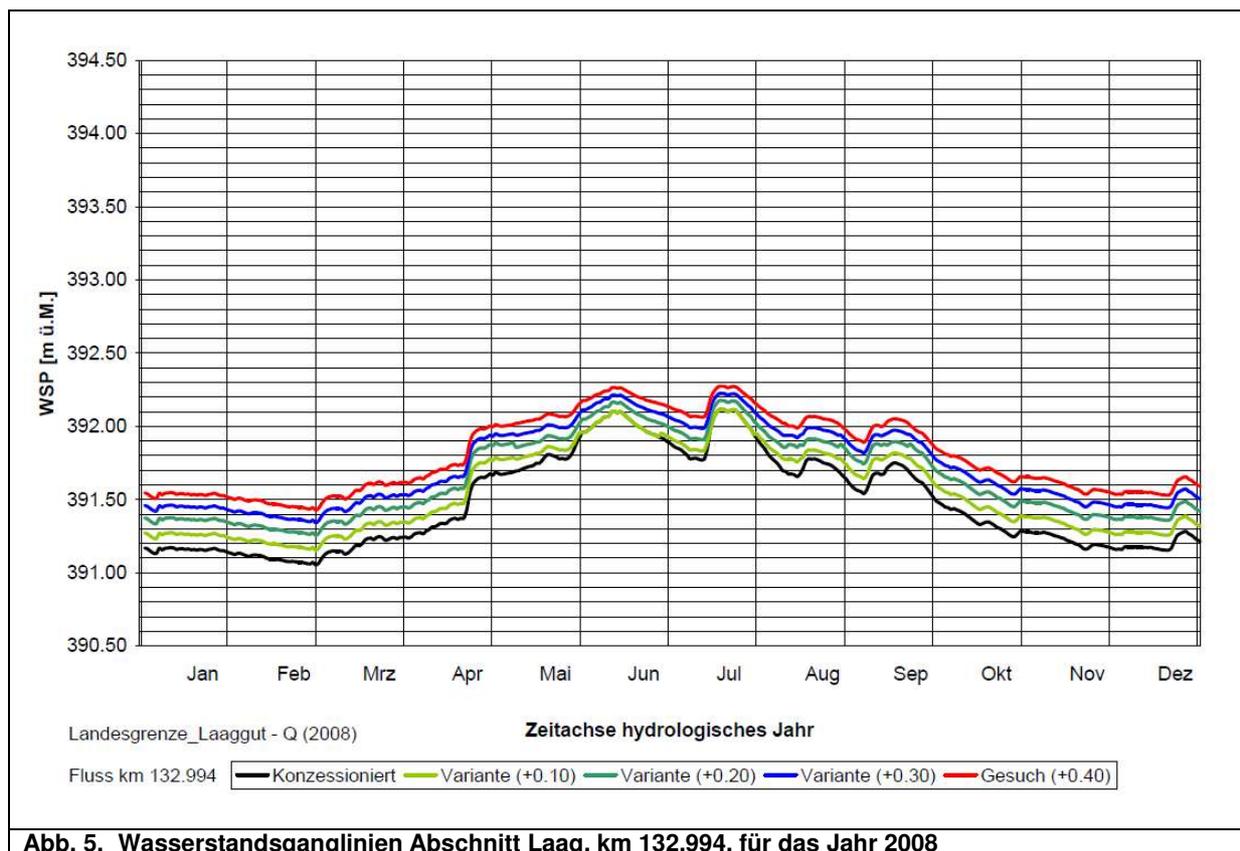


Abb. 5. Wasserstandsganglinien Abschnitt Laag, km 132,994, für das Jahr 2008

19.1.4 Sedimentation und Kolmation im Staubereich

Der Geschiebehaushalt des Hochrheins wurde im Jahr 2000 detailliert untersucht (Schälchli, Abegg et al. 2000). Es gibt im ganzen Hochrhein nur noch wenige freie Fließstrecken, oberhalb der Thurmündung nur drei. Eine davon ist die 8 km lange sogenannte Fließstrecke Rheinklingen zwischen Bodensee bzw. Stein am Rhein und Diessenhofen bzw. dem Stauraum des Kraftwerks Schaffhausen. Ab der Stauwurzel des Kraftwerks einige Kilometer oberhalb von Diessenhofen wird diese freie Fließstrecke durch den Rückstau beeinflusst. Wenige Kilometer unterhalb des Kraftwerks liegt der Rheinfall, der eine natürliche Wanderungsbarriere für die Fischfauna bildet. Die Fließstrecke zwischen Bodensee und dem Stauraum des KWS wird daher als ökologisch besonders wichtig eingestuft. Da die Strecke Lebensraum und Laichhabitat für viele Kieslaicher darstellt, kommt dem Zustand der Gewässersohle besondere Bedeutung zu.

Für die oben genannten Untersuchungen wurden unter anderem Profilaufnahmen des 13,2 km langen Staubereichs zwischen km 138,6 und dem Kraftwerk aus den Jahren 1960, 1981 und 1991 ausgewertet. Zwischen 1960 und 1981 blieb die mittlere Sohle des Staubereichs etwa konstant, zwischen 1981 und 1991 landete die Sohle besonders im unteren Bereich des Staus um bis zu 50 cm auf. Dabei dürfte es sich um temporäre Ablagerungen von Feinmaterial handeln, welches bei Hochwasser wieder ausgespült wird. Insgesamt deutet ein Vergleich der Talwege von 1960 bis 1991 darauf hin, dass es keine generelle Aufladungs- oder Eintiefungstendenz gibt (Schälchli, Abegg et al. 2000).

Der mittlere Korndurchmesser des Geschiebes im Stauraum liegt bei 2 bis 2,5 cm. Die kritische Sohlschubspannung, ab der das Geschiebe in Bewegung gerät, wird bei Abflüssen ab etwa 740 m³/s überschritten. Das heisst, dass durchschnittlich an neun Tagen im Jahr Geschiebe durch den Stauraum bis zum Wehr transportiert werden kann. Geschiebetrieb

findet also regelmässig statt und da bei grösseren Abflüssen der Wasserspiegel annähernd parallel zur mittleren Sohle verläuft, kann davon ausgegangen werden, dass kein Rückstauereffekt mehr den Geschiebetrieb beeinflusst. Das Geschiebe wird dann entweder über die geöffneten Wehrfelder nach unten abgeführt oder vor dem Maschinenhaus abgelagert. In diesem Bereich werden periodische Baggerungen durchgeführt und das Geschiebe unterhalb des Kraftwerks wieder zugegeben.

Die Fliessstrecke Rheinklingen weist sowohl historisch als auch heute eine sehr geringe Geschiebefracht aus. Der Bodensee hält alles Geschiebe zurück und von den wenigen und kleinen seitlichen Zuflüssen weisst nur der Hemishoferbach ein kleines Geschiebedelta auf. Die Biber ist kanalisiert und relativ flach, so dass erst ab grösseren Hochwässern Geschiebetrieb einsetzt. Die Durach weist vor der Eindolung einen Geschiebesammler auf. Als Geschiebequelle für den Rhein kommt deshalb in diesem Abschnitt vor allem Ufererosion infrage. Da die Ufer über weite Strecken hart verbaut sind und nur wenige Hangrutschungen Beiträge leisten, ist der Geschiebeeintrag insgesamt sehr gering. Schälchli, Abegg et al. (2000) kommen aufgrund der gebaggerten Volumen am Kraftwerk zu dem Ergebnis, dass jährlich nur ca. 350 m³ Geschiebe durch den Stauraum transportiert werden. In diesem Abschnitt wurde der natürliche Geschiebeeintrag durch den Uferverbau zwar reduziert, jedoch ist festzuhalten, dass in diesem Bereich die historische Geschiebefracht nur in der Grössenordnung von 2 bis 4% der Geschiebefracht unterhalb der Einmündung von Thur oder Aare betragen hat. Allerdings wurde die natürlicherweise niedrige Geschiebefracht in erster Linie durch Uferverbauungen um etwa die Hälfte weiter reduziert. Bezüglich des Geschiebetransports ist dagegen das Kraftwerk Schaffhausen unproblematisch. Lediglich im unmittelbaren Bereich des Stauwehrs ist ein 10-jährliches Hochwasser notwendig, um das Geschiebe weiter zu transportieren (Schälchli, Abegg et al. 2000).

Als Verbesserungsmassnahmen wurden vorgeschlagen: Verdoppelung des Geschiebeeintrags durch Rückbau der Uferverbauungen (dies ergibt nach Einschätzung vom KWS keine massgebende Erhöhung des Geschiebetriebes), Vermeidung von Kiesentnahmen; stattdessen Weiterleitung des Geschiebes in das UW durch Öffnen der Wehrsegmente auch bei jährlichen HW, alternativ Baggergut unten zugeben.

Kolmatierungen werden zwar an verschiedenen Stellen erwähnt, vgl. z.B. (Rey and Ortlepp 2002), es wurden aber keine konkreten Informationen gefunden (Anfrage ans BAFU, M. Kummer, Büro Hydra Konstanz, P. Rey, und Hydra Öschelbronn, J. Ortlepp). Auch Vertreter des KWS haben bestätigt, dass es zur Kolmation in der Staustrecke nur generelle Aussagen aber keine Daten gibt. Darauf aufbauend kann nur generell gesagt werden, dass die Vergrösserung des Rückstaubereiches tendenziell eine Zunahme der Kolmationstendenz im oberen Bereich der Staustrecke bewirken könnte. Was tatsächlich passiert, ist aber von der Veränderung der lokalen Strömungs- und Turbulenzbedingungen abhängig, die insbesondere im Bereich der Stauwurzel und ihrer Verschiebung stark variieren. Um dazu konkrete Aussagen machen zu können, sind weitergehende Untersuchungen erforderlich.

Anforderung für weitergehende Untersuchungen: Aufnahme des derzeitigen Kolmationszustandes entlang der Konzessionsstrecke, Untersuchung der Strömungsbedingungen und Geschiebetransportkapazitäten, die zum jetzigen Kolmationsbild führen, Untersuchung der Ausdehnung der hydraulischen Bedingungen, die zur Kolmation beitragen infolge Stauerhöhung.

Prinzipiell reissen kolmatierte Gewässersohlen bei genügend hohen Sohlschubspannungen auf, was im natürlichen Zustand bei Hochwässern der Fall ist. In Staubereichen können durch zeitweise Staulegung (Absenkung) auch künstlich solche Situationen erzeugt werden. Da aber im Staubereich des KWS bereits heute bei Abflüssen über circa 740 m³/s Geschiebetrieb herrscht und dadurch eigentlich die Kolmatierung aufgerissen werden sollte, ist nicht klar, ob durch zusätzliche betriebliche Massnahmen eine Verbesserung

herbeigeführt werden könnte. Dies müsste im Rahmen zusätzlicher Untersuchungen geklärt werden.

19.1.5 Fischfauna

Die Fischfauna in der Konzessionsstrecke des KWS ist vielfältig und beinhaltet insgesamt 25 Arten. Gegenüber dem historischen Zustand ist die Artenvielfalt reduziert, auch gegenüber den freifliessenden Abschnitten zwischen Bodensee und der Stauwurzel hat der Staubereich eine veränderte Artenzusammensetzung, da die Lebensbedingungen für strömungsliebende Fischarten weniger geeignet sind, je näher man zum Stauwehr kommt.

Folgende Fischarten kommen in der Konzessionsstrecke des KWS vor: Aal, Aesche, Bachforelle, Barbe, Brachse, Flussbarsch, Felchen, Hasel, Hecht, Karpfen, Laube, Regenbogenforelle, Rotaugen, Rotfeder, Schleie, Trüsche, Wels, Zander, Groppe, Bartgrundel, Schneider, Elritze, Alet, Stichling, Seeforelle. Diese Artenvielfalt ist von grosser Bedeutung. Von den vorhandenen Arten geniessen einige besonderen Schutzstatus aufgrund ihrer Einstufung in die Gefährdungskategorien der IUCN. Danach ist die Seeforelle „stark gefährdet“, Schneider, Aal und Äsche gelten als „verletzlich“ und Barbe, Felchen, Groppe, Stichling, Bachforelle und Wels gelten als „potentiell gefährdet“. Zusätzlich handelt es sich nach dem „Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume“ bei der Äsche um eine geschützte Art. Wie das Vorkommen des Aals oberhalb des Rheinfalls einzuordnen ist, ist unklar, es wird jedoch davon ausgegangen, dass der Aal den Rheinfall historisch überwinden konnte.

Besonderes Augenmerk gilt den Äschen und Forellen. Laichzeit der Äschen ist März und April, die der Forellen von November bis Februar. Die Laichgebiete liegen im Bereich um den gesamten Schaaren und im Bereich der Laag. Weitere Laichgebiete befinden sich auf dem Gebiet der Bürgergemeinde Diessenhofen. Die Seeforellen steigen aus dem Bodensee ab und in die Zuflüsse auf zum Laichen. Generell wird befürchtet, dass die Laichplätze degradieren. Da der Rhein zwischen Stein am Rhein und dem KWS Äschenlaichgebiet von nationaler Bedeutung ist, kann eine Verschlechterung der Laichbedingungen nicht akzeptiert werden. Das KWS hat bereits 1997 und 2008 kolmatierte Äschenlaichplätze aufgewertet.

Eine Veränderung der Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten sowie eine mögliche Veränderung der Substrateigenschaften, z.B. durch Kolmation, kann wesentlich Änderungen in der Qualität und Ausdehnung der Laichhabitate bewirken.

Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten stellen mit die wesentlichsten Faktoren dar, welche aquatische Lebensräume hinsichtlich ihrer Eignung für Fische, wirbellose Organismen und Wasserpflanzen charakterisieren. So benötigen beispielsweise Äschen neben sauberem und bezüglich der Korngrösse geeignetem Laichsubstrat einen bestimmten Bereich von Wassertiefen und lokalen Fliessgeschwindigkeiten zur erfolgreichen Eiablage und der Entwicklung der Eier und der Brut. Man spricht hier von einer mehrdimensionalen hydraulischen Nische. Verändert sich diese Faktoren in ihrer Qualität, ihrer Quantität, ihrer räumlichen Ausdehnung oder ihrer räumlichen Zuordnung zu anderen hydraulischen Nischen, so verändert sich auch die Eignung dieser Lokalität zum Beispiel als Laichplatz. Das Beispiel der Äschen, die im Hochrhein im April und Mai laichen, dient nur der Veranschaulichung der Bedeutung von lokalen Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten. Ganz allgemein haben Fische und andere aquatische Organismen bestimmte Ansprüche an ihre Lebensräume, welche sich abhängig vom Lebensstadium sowie saisonal und im zeitlichen Rhythmus von Tag/Nacht ändern. Untersuchungen im Auftrag der Kraftwerk Eglisau-Glattfelden AG (Power Point Vortrag vom 25.1.2006) über mögliche Kiesbaggerungen im Bereich der Thurmündung haben ergeben, dass Äschen Wassertiefen zwischen 40 und 80 cm bevorzugt zu Eiablage benutzen, das jedoch auch Wassertiefen zwischen 80 und 250 cm noch genutzt werden. Gleichzeitig bevorzugen Äschen lokale

Fliessgeschwindigkeiten ab ca. 40 cm/s, aber auch grössere über 1 m/s (Quelle: sje Datenbank).

Während der Laichzeit der Äschen hat der Rhein einen mittleren Abfluss zwischen 300 und 450 m³/s. Die Stauwurzel befindet sich dabei unterhalb von Diessenhofen im Bereich der Klinik Katharinental. Die Laichplätze der Äschen im Bereich des Schaaren und der Laag liegen damit deutlich innerhalb der Staustrecke die mittleren Wassertiefen verändern sich dabei von 2,5 bis 3,5m auf 2,9 bis 3,9 m /vgl. Anhang 4). Aufgrund der Gewässerbetttopographie werden jedoch nach wie vor geeignete Wassertiefen vorhanden sein, sie verschieben sich lediglich innerhalb des Querschnitts um einige Meter. Die querschnittsgemittelten Fliessgeschwindigkeiten ändern sich nur minimal, sie liegen im Bereich von 1 m/s und nehmen infolge der Stauerhöhung um maximal 10 bis 15 cm/s ab.

Ähnliche Beobachtungen werden für die gesamte Staustrecke und für unterschiedliche Abflüsse gemacht. Die Zunahme der querschnittsgemittelten Wassertiefen ist im Vergleich zur absoluten Wassertiefe gering, die Abnahme der Fliessgeschwindigkeiten liegt im Bereich von wenigen Prozenten.

Die Vorstellung, die Staustrecke würde sich durch den Hörerstau in einen grossen Stausee verwandeln, ist also nicht zutreffend, vielmehr ändern sich die mittleren Werte für Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten nur geringfügig. Diese vorläufigen Untersuchungen deuten darauf hin, dass die geplante Stauerhöhung keine sehr wesentlichen Beeinträchtigungen der heute vorhandenen Habitate für die Fische bewirken. Allerdings sollte auch deutlich betont werden, dass jeder zusätzliche Einstau sich für strömungsliebende Kieslaicher wie die Äsche negativ auswirkt. Dennoch besteht in diesem Fall wahrscheinlich die Möglichkeit, dass durch Kompensationsmassnahmen wie der Aktivierung von Geschiebeeintrag oder einer aktiven Geschiebezugabe, das Angebot an Laichhabitat für Äschen vollständig aufrechterhalten werden kann. Für eine abschliessende Einschätzung sind derzeit nicht genügend Daten vorhanden.

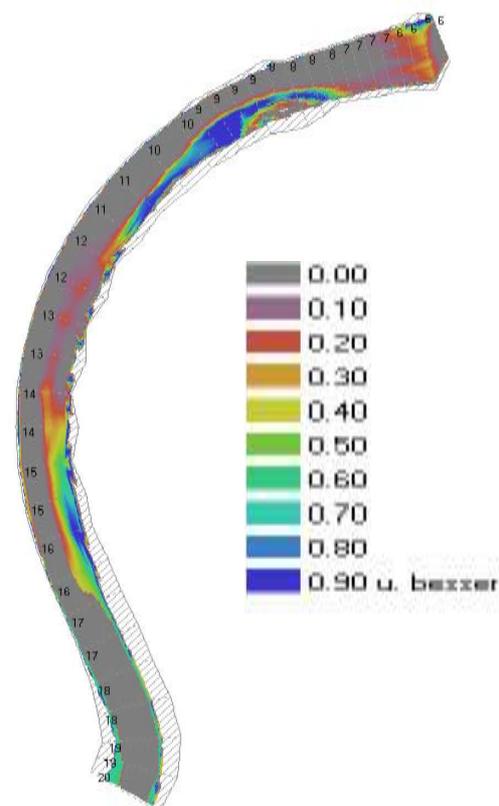


Abb. 6. Beispiel für eine Simulation von Laichhabitaten für Äschen aus einer Untersuchung im Auftrag des Kraftwerks Eglisau. Die geeigneten Habitate liegen in dieser Situation in der Innenkurve entlang der Gleitufer.

Um das besser quantifizieren und insbesondere lokal zuweisen zu können, werden Habitatuntersuchungen mit einem geeigneten Simulationsmodell, z.B. CASiMiR, empfohlen. Damit können sowohl qualitative als auch quantitative Veränderungen des Habitatangebots lokal zugeordnet nachgewiesen und mögliche Verbesserungsmassnahmen erarbeitet werden. Dafür ist es notwendig, ein numerisches zweidimensionales hydrodynamisches Simulationsmodell der Staustrecke oder eines Teils davon zu erstellen und dieses mit einem Simulationsmodell für die Fischhabitate zu kombinieren.

Generell wird befürchtet, dass im Fall eines Höherstaus die Artenvielfalt abnimmt. Eine Begründung für diese Annahme liegt jedoch nicht vor. Es ist generell bedenklich, dass zu anderen Fischarten ausser den wirtschaftlich interessanten Äschen und Forellen, die auch als Sportfische sehr geschätzt werden, keinerlei Informationen zur Verfügung gestellt werden konnten. Da veränderte Lebensbedingungen für manche Fischarten ein wesentlicher Faktor sind und einmal veränderte Lebensbedingungen sich kaum wieder herstellen lassen, wird es erforderlich sein, ein externes Gutachten in Auftrag zu geben, welches die oben genannten Habitatuntersuchungen mit integriert.

19.1.6 Benthische Organismen (Bewohner der Gewässersohle)

In Rhytal- und Epipotamalgewässern wird der weitaus grösste Teil biologischer Funktionen in einem Fliessgewässer von benthischen Organismen realisiert. Gleichzeitig sind sie wichtige Fischnährtiere. Zu den wirbellosen Bewohnern der Gewässersohle gehören Insektenlarven, Kleinkrebse, Muscheln, Schnecken und andere Organismen. Die Makrozoobenthosfauna des Rheins wird in regelmässigen Abständen untersucht, jedoch gibt es keine Probenahmestellen in der Konzessionsstrecke des KWS. Grundsätzlich bewirkt aber jede Veränderung der sohlnahem Strömungsbedingungen und der Zusammensetzung des Sohlmaterials und des Geschiebes auch eine Verschiebung in der Artzusammensetzung der Sohlbewohner. Diese verändert sich typischerweise von der freifliessenden Strecke hin zum Stauwehr deutlich. Durch die Verschiebung der Stauwurzel dürfte es daher eine geringfügige Veränderung der Artzusammensetzung innerhalb des oberen Teils der Konzessionsstrecke geben.

19.1.7 Wasserpflanzen

Von einer generellen Zunahme von Wasserpflanzen ist nicht auszugehen, da sich die Wassertiefen und Fliessgeschwindigkeiten nur relativ geringfügig verändern. Lokal können die Änderungen jedoch relevant sein, so dass einzelne Bestände aufkommen oder verschwinden können. Mit einer vermehrten Geruchsbildung ist nicht zu rechnen.

19.2 Seitenbäche und Äschennotfallkonzept

Der Äschenbestand ist die so genannte Zeigerart dieses Rheinabschnitts, ist fischereilich sehr wertvoll und geniesst besonderen Schutzstatus. Es wird alles unternommen um den Äschenbestand zu sichern. Mit dem Notfallkonzept für die Rheinäsche wird versucht, bei Überhitzung des Rheins (d.h. über 24 °C, einen Teil der Äschenpopulation zu retten. Die Bachmündungen werden dazu ausgebaggert, so dass sich die Äschen in kühles Bachwasser zurückziehen können.

Problematisch ist zum Beispiel, dass bei Erhöhung des Wasserspiegels im Sommer warmes Wasser weit in die sonst kühlen Mündungsgebiete hineinfliesen kann. Dadurch werden Rückzugsgebiete mit kühlem sauerstoffreichem Wasser zerstört. Besonders schlimm ist das bei den Bächen, die in das Notfallkonzept für die Rheinäsche mit einbezogen sind.

Zum Äschennotfallkonzept gehören im Kt Schaffhausen der Mündungsbereich der Biber und des Hemishoferbaches. Beide Gewässer liegen ausserhalb des möglichen Einflussbereiches eines Höherstauens und werden in keiner Hinsicht beeinflusst.

Auf Thurgauer Seite gehören der Chleewiesbach, der Petribach und der Geisslibach in das Äschennotfallkonzept. Diese Einmündungen liegen innerhalb der Konzessionsstrecke. Zusätzlich bestünde die Möglichkeit, im Rahmen von weiteren Renaturierungsmassnahmen Auwiesbach und Schwarzbach in das Konzept mit zu integrieren. Derzeit sind die Mündungsbereiche dieser Gewässer nicht zugänglich.

Generell wird durch den Wellenschlag der Rheinschiffe Kies in die Mündungsbereiche verlagert, wodurch diese blockiert sind. Sie müssen regelmässig ausgebaggert werden. Wie sich hier der geplante Höherstau auswirkt, müsste untersucht werden. Gegebenenfalls sind Anpassungen notwendig.

19.3 Geschützte Gebiete

Entlang der Konzessionsstrecke bestehen eine Reihe geschützter Gebiete, die im folgenden im einzelnen behandelt werden.

19.3.1 Naturschutzgebiet Schaaren

Das Naturschutzgebiet Schaaren liegt in einer markanten Kurve des Rheins und setzt sich zusammen aus dem Wald entlang des Rheinufers, der Unteren und der Oberen Schaarenwies sowie einem Altarm des Rheins und dem sogenannten (künstlich eingetieften) Weiher, der bei Hochwasser (ab ca. 1000 m³/s) durchflossen wird, ansonsten aber aus Schilfröhricht besteht. Der Bodenaufbau und die hydrologischen Verhältnisse führen dazu, dass der Grundwasserspiegel der Schaarenwies direkt mit dem Rheinwasserstand korrespondiert und direkt unter der Geländeoberfläche liegt.

Die Schaarenwies ist ein Amphibienlaichgebiet und Flachmoor von nationaler Bedeutung. Sie enthält ein einzigartiges Mosaik seltener Pflanzengesellschaften mit stufenlosen Übergängen von Trockenrasen zum Schilfröhricht. Neben vielen anderen „stark gefährdeten“ und „gefährdeten“ Pflanzenarten findet man häufig die Sibirische Schwertlilie (*Iris sibirica*) die keine ständige Nässe verträgt und bei zu hohem Wasserstand möglicherweise von Schilf verdrängt würde. Die trockene Kuppe der „Insel“ ist von einem Eichen- Föhrenwäldchen mit speziell schützenswerten Trockenrasen bewachsen, welches stufenlos von 2m über dem Rheinwasserspiegel hin zum Altarm von Trockenwiesen über Riedwiesen, Grosseggenried in Schilfröhricht übergeht. Zusätzlich zu den seltenen und schützenswerten Vegetationstypen gibt es eine Vielzahl von seltenen und geschützten Vögeln, Amphibien und Insekten, die diese Vegetationsgesellschaften und die besonderen hydrologischen Verhältnisse nutzen. Die schützenswerten Vegetationsgesellschaften und deren unterschiedliche Zonierung sind weitgehend bestimmt durch den Grundwasserspiegel und dessen Schwankungen.

Eine dauerhafte Erhöhung des Wasserstandes hätte möglicherweise eine Veränderung des Wäldchens vom Eichenmischwald zum Buchenmischwald zur Folge. Für die Wiese, die einmal jährlich entsprechend des Pflegeplans gemäht wird, hätte die Erhöhung des Wasserstandes eine vollständige Vernässung zur Folge mit vermutlich weitreichenden Änderungen der Vegetationsgesellschaften. Vom zuständigen Amt für Raumplanung des

Kantons Thurgau wurde zudem angemerkt, dass auch die regelmässige Pflege erschwert würde. Wenn der Höherstau um 40 cm umgesetzt wird, ist eine deutliche Veränderung der reichen Vegetation zu erwarten und das Absterben einzelner landschaftsprägenden Baumgruppen in der Schaarenwies ist zu befürchten.

Verschiedene Schutzvorschriften, die es verbieten, die hydrologischen Verhältnisse solcher Gebiete sowie die Lebensgrundlagen der dort vorkommenden geschützten Arten zu verändern, kommen hier zum Tragen.

Für den Bereich Scharen ist daher ein detailliertes geobotanisches und geomorphologisches Gutachten notwendig, welches Aussagen über die zu erwartenden Veränderungen der Vegetationsgesellschaften infolge der Stauerhöhung machen kann. Es ist davon auszugehen, dass ein Höherstau von 40 cm unter Einhaltung der einschlägigen Bundesverordnungen (Flachmoor- und Amphibienlaichgebieteverordnung) nicht möglich ist. Aufgrund des Schutzstatus ist auch des BAFU mit einzubinden. Die Auswirkungen des Höherstaus auf den Schaaren ist eines der Schlüsselkriterien bei der Frage nach der Machbarkeit und sollte daher schnellstmöglich geklärt werden. Da die Vegetation im Winter im Wesentlichen ruht, dürfte sich eine Veränderung der Grundwasserspiegellagen im Winter wesentlich weniger auswirken als im Sommer. Es ist daher im Rahmen der Begutachtung des Naturschutzgebiets Schaaren zu prüfen, ob saisonal variable Stauerhöhungen mit den Schutzziele kompatibel wären.

Trotz des Schutzstatus wird der Bereich Schaaren auch von Erholungssuchenden intensiv genutzt, insbesondere zum Baden im Sommer. Diese Nutzung ist auf bestimmte Bereiche beschränkt und auch rechtlich so verankert. Eine Einschränkung der Nutzbarkeit würde von der Bevölkerung kaum ohne Widerstand akzeptiert werden.

19.3.2 Naturschutzgebiet Petri

Das Naturschutzgebiet Petribucht gehört zum Kanton Thurgau und besteht aus dem Petribach, der am östlichen Rand des Gebietes in den Rhein mündet, der eigentlichen Petribucht und dem umliegenden Auenwäldchen. Die Petribucht ist von einem artenreichen Auenwald umgeben, der von Vögeln und Amphibien genutzt wird. Inwieweit die Petribucht aus fischökologischer Sicht bedeutsam ist, konnte nicht in Erfahrung gebracht werden.

Der Petribach selbst ist Teil des Äschennotfallkonzepts und wurde 2004 durch einen Damm von der Petribucht getrennt, um das kühle Bachwasser direkt dem Rhein zuleiten zu können.

Da der Petribach vor dem Zufluss in den Rhein am westlichen Rand durch die seichte Petribucht floss, hat sich das kühle Bachwasser teilweise mit dem wärmeren Wasser der Bucht vermischt. Zudem konnte nur ein Teil des kühlen Bachwassers direkt dem Rhein zufließen. Um diese Situation zu verbessern, wurde am westlichen Rand der Bucht ein neues, von der Bucht abgetrenntes Gerinne erstellt. Mit dem Aushubmaterial wurde der bereits bestehende kleine Damm - beim Einfluss des Baches in die Petribucht - um rund 60 m bis zum Rhein verlängert. Das Naturschutzgebiet Petri ist auch ein Brutgebiet verschiedener seltener Vogelarten. Deshalb wurden auch die Anliegen der Ornithologen berücksichtigt. Um den erstellten Damm als Brutgebiet für Vögel aufzuwerten, wird der direkte Zugang (z.B. für den Fuchs) durch einen rund 5 m breiten Durchbruch verhindert. Nun kann das erheblich kühlere Wasser des Petribach's wieder direkt in den Rhein fließen. Damit haben die Äschen bei sehr hohen Wassertemperaturen ein weiteres „Rückzugsbiotop“. Der direkte Bachzufluss erzeugt ausserdem wieder eine sogenannte Lockströmung für die im Oberlauf des Baches laichenden Forellen.

Die geplante Stauerhöhung würde die Wasserspiegellagen im Bereich der Petribucht um ca. 35-38 cm ansteigen lassen. Dadurch würde der beschriebene Damm vermutlich überflutet

und die durchgeführte Sanierung zunichte gemacht. Nachbesserungen wären vermutlich erforderlich, aber machbar.

Ob in dem Auenwäldchen mit wesentlichen Veränderungen der Vegetation zu rechnen ist, müsste im Rahmen eines botanischen Gutachtens geklärt werden. Während sich der Erlenbruchwald vermutlich wenig verändern würde, ist damit zu rechnen, dass einzelne Bäume, insbesondere alte Eichen, mit den dauerhaft erhöhten Wasserständen nicht zurecht kommen und mittelfristig absterben würden.

Für die Amphibien- und Wasservögel werden keine schwerwiegenden Veränderungen erwartet.

19.3.3 Laag

Das Naturschutzgebiet „Rheinufer Laag“ ist von kommunaler Bedeutung für die Gemeinde Dörflingen. Die Laag erstreckt sich entlang des nördlichen Rheinufers von Dörflingen (CH) in Richtung Büsingen (D). Die Bauordnung von Dörflingen bezeichnet in ihrem Naturschutzinventar das Rheinufer Laag als „sehr wertvoll“. Zusätzlich werden der Laag „wertvolle“ und „bemerkenswerte“ Baumgruppen, Hecken und Magerwiesen zugeordnet. Das Rheinufer der Laag wurde im oberen Teil durch das KWS auf einer Länge von rund 220 m in Dörflingen renaturiert, dabei wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

- Rückbau der harten, vermörtelten Uferverbauung (ausser im Bereich der Wasserfassung Dörflingen)
- Schüttung eines Kies-Flachufers
- Anlegen von Strukturen mit Sand, Findlingen, Steinhaufen-Buhnen und Totholz

Es wurden dadurch gleichzeitig Badeplätze an einem naturnahen Ufer sowie Lebensräume für hier nachgewiesene bedrohte Arten wie Ringelnatter oder Schlingnatter geschaffen. Die Laag spielt auch eine wichtige Rolle für die Vernetzung der einzelnen Vogelschutz- und –brutgebiete in der Region.

Insgesamt sollte die Stauerhöhung zu keinen gravierenden Nachteilen führen, es müsste aber überprüft werden, ob die speziell gesetzten Einzelstrukturen (einzelne Findlinge, Totholz) ständig unter Wasser liegen würden. Falls ja, müssten Anpassungen vorgenommen werden.

Ob einzelne Bäume oder Baumgruppen gefährdet werden, müsste überprüft werden. Insbesondere alte Eichen in Ufernähe könnten durch die ständig erhöhten Wasserstände gefährdet sein. Die würde dem Schutzziel „Erhalt der Ufergehölze“ widersprechen, könnte aber mit entsprechenden Neupflanzungen ausgeglichen werden.

19.3.4 "Rheinhölzle" in Büsingen

Unterhalb des Campingplatzes an der Laag liegt ein Renaturierungsprojekt. Dort existieren in einem renaturierten Flachmoorgebiet unter anderem Biberbauten.

19.3.5 Rheinufer Frauenstein

Das Rheinufer Frauenstein ist ein felsiger bewaldeter Uferbereich direkt unterhalb des Kraftwerks Schaffhausen am Südufer. Es handelt sich um ein Einzelobjekt von kantonaler Bedeutung, bei dem der geologische Aufschluss erhalten bleiben und die interessante Trockenvegetation geschützt werden soll. Dieses Schutzgebiet wird durch den geplanten

Höherstau des KWS nicht beeinflusst, da sich an den Wasserständen und Abflüssen unterhalb des Kraftwerks nichts ändert.

19.3.6 Schutzgebiete auf deutscher Seite

Entlang der Konzessionsstrecke des KWS gibt es zwei Abschnitte des nördlichen Ufers, die deutsches Staatsgebiet sind. Diese Abschnitte werden hier als „Büsing“ und „Gailingen“ bezeichnet. Zwischen den beiden Abschnitten liegt das Schutzgebiet Laag welches zur schweizerischen Gemeinde Dörflingen gehört. Verschiedene Schutzgebiete sind - sich teilweise überlagernd - entlang der Ufer innerhalb der beiden deutschen Abschnitte ausgewiesen:

Abschnitt Büsing:

- Biotop nach §32 NatSchG entlang der Ufer unterhalb von Büsing und die Schilfzone unterhalb des Campingplatzes unterhalb des „Waldheim“. In der Beschreibung heisst es dazu: „Am Rheinufer gelegener, regelmässig überschwemmter Auenabschnitt mit Schilfröhricht im Westen und Sumpfschilf im Osten. Schilfröhricht naturgemäss artenarm. ... Das Sumpfschilf ist stärkeren Strömungen ausgesetzt als das Röhricht. Viel Rohrglanzgras beigemischt. Vorkommen von Sumpfgreiskraut, Wiesenraute und diversen Hochstauden.“
- Landschaftsschutzgebiet Nr. 3.35.008 „Rheinufer Büsing-Gailingen“: Hierzu heisst es: „Der Rhein mit auf grossen Strecken noch natürlichen Ufern, welche mit den ansteigenden Rebbergen und Wäldern, mit dem Ortsbild des Städtchens Diessenhofen (Schweiz) und der alten Holzbrücke zusammen ein Landschaftsbild von seltener Schönheit bilden.“

Abschnitt Gailingen:

- Biotop nach §32 NatSchG entlang der Ufer, insgesamt ca. 1,5 km, im Bereich von und flussabwärts ab der Rheinhalde (entspricht Diessenhofer Brücke): „Feldgehölze, Heckenzüge und Magerrasen auf der Rheinhalde, westlich von Gailingen. Der Biotop umfasst weite Teile der Fläche zwischen Wirtschaftsweg und Rheinufer. Der unmittelbare Uferbereich wurde allerdings ausgenommen.“
- Biotop nach §32 NatSchG entlang der Ufer, jeweils ca. 500 m flussauf- und – abwärts von Obergailingen, einschliesslich Mündungsbereich des Schleifenbach. Das Biotop wird folgendermassen beschrieben: „Naturnaher Abschnitt des Schleifenbaches mit begleitendem Auwald und angrenzenden Feldgehölzen im Bereich Obergailingen. Der Schleifenbach verlässt den oberhalb angrenzenden Wald in einem naturnahen, strukturreichen Bett und fliesst in geschwungenem Verlauf dem Rhein zu. Im Mündungsbereich wurde ein kleiner Schwemmfächer aufgeschüttet. Er wird in seinem letzten Abschnitt von einem ansprechend und artenreich aufgebauten Auwald aus Erle, Eschen, Traubenkirsche und anderen Baum- und Straucharten gesäumt. Einzige Unterbrechung des Biotopkomplexes stellt die Strassenquerung in der Mitte dar.“ usw.
- Kartierte Waldbiotop im Anschluss an Biotop Obergailingen flussaufwärts bis zur Landesgrenze. Hierbei handelt es sich um schützenswerten Waldbestand, die Ufer selbst sind insbesondere im Sommer starkem Erholungsdruck ausgesetzt.
- Landschaftsschutzgebiet Nr. 3.35.008 „Rheinufer Büsing-Gailingen“ (siehe oben)
- FFH Gebiete ca. 1500 m entlang des Rheinufers unterhalb der Rheinhalde. Dieses FFH Gebiet wird als „Gottmadinger Eck“ bezeichnet. Laut Informationssystem der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg handelt es sich um eine „Hegaulandschaft am Hochrhein mit Rieden und vermoorten Toteislöchern sowie warmen Steilhängen an Molassebergen mit naturnahen Laubwäldern und orchideenreichen Magerrasen“

FFH Gebiete

Natura 2000 ist eine europäische Naturschutzkonzeption auf Grundlage der EG-Vogelschutzrichtlinie aus dem Jahr 1979 und der FFH-Richtlinie (Fauna = Tierwelt, Flora = Pflanzenwelt, Habitat = Lebensraum) aus dem Jahr 1992. Die Staaten der Europäischen Union haben sich damit die Erhaltung der biologischen Vielfalt in Europa zum Ziel gesetzt und den Aufbau eines zusammenhängenden Netzes europäischer Schutzgebiete beschlossen. Nach Vorgaben der beiden Richtlinien muss jeder Mitgliedstaat daher Gebiete benennen, die für die langfristige Erhaltung von wildlebenden Vogelarten bzw. von europaweit gefährdeten Lebensräumen, Tier- und Pflanzenarten wichtig sind. In Deutschland sind dafür die Bundesländer zuständig.

Gesetzlich geschützte Biotope

Gesetzlich geschützte Biotope werden in § 30 BNatSchG und § 32 NatSchG genannt und genießen unmittelbaren gesetzlichen Schutz. Es handelt sich dabei um besonders wertvolle und gefährdete Lebensräume, wie z.B. Moore, Nasswiesen und Trockenrasen. Sie werden anhand der Standortverhältnisse, der Vegetation, der Artenzusammensetzung und sonstiger Eigenschaften definiert. Alle Handlungen, die zu einer Zerstörung oder erheblichen oder nachhaltigen Beeinträchtigung der gesetzlich geschützten Biotope führen können, sind verboten. Zulässig ist die Durchführung von Pflege- und Unterhaltungsmassnahmen, die zur Erhaltung oder Wiederherstellung der besonders geschützten Biotope notwendig sind. Ausserdem erlaubt sind bestimmte land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Nutzungen und weitere Ausnahmen, die im BNatSchG und im NatSchG festgelegt werden. Gesetzlich geschützte Biotope werden durch die Naturschutzbehörde in Listen und Karten erfasst und registriert. Die Listen und Karten liegen bei der Naturschutzbehörde und den Gemeinden zur Einsicht für jedermann aus.

In der Summe ist damit praktisch der gesamte deutsche Anteil am nördlichen Ufer der Konzessionsstrecke für das KWS in irgendeiner Weise unter Schutz gestellt. Alle Informationen stammen aus dem Informationssystem der Baden-Württembergischen Landesregierung: <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/11385/>

Die Auswirkungen der Stauerhöhung auf diese Schutzgebiete müssen im Einzelnen untersucht werden. Das unmittelbare Rheinufer ist nur in wenigen Stellen explizit erwähnt, häufig geht es um den Schutz der angrenzenden Vegetationsstandorte. Zuständige Behörde ist das Landratsamt Konstanz.

19.4 Renaturierungen im Untersuchungsgebiet

In den vergangenen Jahren wurden im Bereich der Konzessionsstrecke des KWS eine Reihe von Renaturierungsprojekten durchgeführt. Diese wurden teilweise aus dem Ökofonds der StWSN finanziert, in denen pro erzeugte oder verkaufte Kilowattstunde ein fester Betrag für ökologische Verbesserungsmassnahmen eingezahlt werden muss. Dies ist Teil der *NaturmadeStar* Auflagen. Einige dieser Renaturierungsmassnahmen werden durch die geplante Stauerhöhung tangiert, so dass möglicherweise Nachbesserungen erforderlich sind.

Die Beschreibung der einzelnen Renaturierungsprojekte und die Einzelbeurteilungen finden sich im Anhang Nr. 5.

20 Auswirkungen auf den Bodensee

Das KWS wirkt sich in keiner Weise auf die Abflüsse aus dem Bodensee oder die Wasserstände im Bodensee aus. Die geplante Stauerhöhung hat ebenfalls keine Auswirkungen auf den Bodensee oder den Seeauslauf. Die Wasserstände bei der jeweiligen Wasserführung verändern sich gegenüber dem heutigen Zustand nur innerhalb der bestehenden Konzessionsstrecke oberhalb des Kraftwerks, also einzig und allein zwischen „Schupfen“ und KWS.

21 Gesetze und Schutzabkommen

Für den Höherstau am Kraftwerk Schaffhausen sind diverse städtische, kantonale, nationale und internationale Gesetze und Verordnungen sowie rechtliche Grundlagen zu berücksichtigen. Im Folgenden sind diese aufgelistet:

21.1 Allgemeine Gesetze

Städtische Gesetze und Verordnungen

- Schutzzonenreglement Grundwasserfassung Rheinhalde

Kantonale Gesetze und Verordnungen

- Wasserwirtschaftsgesetz des Kantons Schaffhausen vom 18. Mai 1998
- Verordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz vom 22. Dezember 1998
- Gesetz über den Natur- und Heimatschutz im Kanton Schaffhausen vom 12. Februar 1968
- Verordnung über den Naturschutz vom 6. März 1979
- Verleihung für Errichtung einer Wasserkraftanlage am Rhein bei Schaffhausen vom 24.6.1960 resp. deren Anpassung vom 31.3.1971 (inkl. entsprechende Bewilligungen vom Land Baden-Württemberg "KWS")
- Konzession vom 1.12.1987 „Mosergarten“ (Grundwasserentnahme zur Kühlung der Generatoren und Einleitung in Rhein)
- Kantonales Elektrizitätsgesetz
- Gesetz über den Natur- und Heimatschutz im Kanton Schaffhausen
- Kantonales Einführungsgesetz zum Gewässerschutzgesetz
- Kantonales Brandschutzgesetz

Nationale Gesetze und Verordnungen

- Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966
- Verordnung über den Natur- und Heimatschutz vom 16. Januar 1991
- Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler vom 10. August 1977
- Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung vom 7. Dezember 1994
- Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung vom 15. Juni 2001
- Bundesgesetz über den Wasserbau
- Gewässerschutzgesetz
- Gewässerschutzverordnung
- Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte
- Verordnung über die Sicherheit von Stauanlagen
- Energiegesetz
- Energieverordnung
- Stromversorgungsverordnung
- Umweltschutzgesetz

- Störfallverordnung
- Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung
- Bundesgesetz über den Wald
- Verordnung über den Wald
- Natur- und Heimatschutzgesetz
- Verordnung über die Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung
- Natur- und Heimatschutzverordnung
- Bundesgesetz über die Fischerei
- Verordnung zum Bundesgesetz über die Fischerei
- Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel
- Verordnung des UVEK über den Nachweis der Produktionsart und der Herkunft von Elektrizität
- SEV-Vorschriften bezüglich elektrischer Einrichtungen

Internationale Gesetze und Verordnungen

- Internationales Übereinkommen zum Schutz des Rheins
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (WRRL)

Von Seiten der Sektion Wasserkraft des Bundesamts für Energie wurde auf folgende Erlasse hingewiesen:

- Übereinkommen vom 25.02.1991 über die Umweltverträglichkeitsprüfung im grenzüberschreitenden Rahmen (ECE-UNO, Espoo-Konvention)
- Übereinkommen zum Schutz und zur Nutzung grenzüberschreitender Wasserläufe und internationaler Seen

Weiter verweist das BfE auf die folgenden verbindlichen Regeln des Völkergewohnheitsrechts:

- kein Staat auf dem Territorium Aktivitäten vornehmen, erlauben, fördern oder dulden darf, die auf dem Gebiet eines Nachbarstaates erhebliche grenzüberschreitende Beeinträchtigungen zur Folge haben (sog. no-harm-rule);
- bei der Nutzung ein gerechter und billiger Ausgleich zwischen den beteiligten Staaten herbeizuführen ist;
- eine Informationspflicht (in der Literatur teilweise auch Konsultationspflicht bei übermässigem Gebrauch eines internationalen Gewässers) besteht, verbunden mit der grundsätzlichen Bereitschaft, vorgebrachte Einwände tatsächlich zu berücksichtigen.

21.2 Speziell auf das Untersuchungsgebiet bezogene Gesetze

Das Wasserwirtschaftsgesetz des Kantons Schaffhausen vom 18.Mai 1998, Art. 19, besagt:

- [1] Die Nutzbarmachung der Wasserkraft des Rheins auf Schaffhauser Gebiet wird grundsätzlich auf das heutige Mass der Ausnützung beschränkt.
- [2] Eine technisch bessere Ausnützung der Wasserkraft ohne Höherstau des Rheins ist jedoch zulässig.

Die Verfassung des Kantons Thurgau besagt in Artikel 76, Absatz 3: Sie (gemeint sind Kanton und Gemeinden) wenden sich gegen Massnahmen, welche die natürlichen Verhältnisse und Gleichgewichte der See- und Flusslandschaften am Bodensee, Untersee und Rhein beeinträchtigen.

Auf internationaler Ebene ist insbesondere das Internationale Übereinkommen zum Schutz des Rheins vom 12.April 1999 relevant. Hier werden in Artikel 3 die Zielsetzungen definiert. Diese besagen unter anderem folgendes: „c) Erhaltung, Verbesserung und

Wiederherstellung der natürlichen Fließgewässerfunktion; Sicherung von Abflussverhältnissen, die dem natürlichen Geschiebetrieb Rechnung tragen und die Wechselwirkungen zwischen Fluss, Grundwasser und Aue begünstigen; Erhaltung, Schutz und Reaktivierung von Auengebieten als natürliche Überschwemmungsflächen; d) Erhaltung, Verbesserung und Wiederherstellung möglichst natürlicher Lebensräume für wild lebende Tiere und Pflanzen im Wasser, im Sohlen- und Uferbereich sowie in angrenzenden Gebieten, einschliesslich der Verbesserung der Lebensbedingungen für Fische und der Wiederherstellung ihrer freien Wanderung“

In der Verordnung über den Natur- und Heimatschutz sind Listen der schützenswerten Lebensraumtypen sowie der geschützten Pflanzen gegeben. Unter den geschützten Pflanzen taucht die *Iris sibirica* L. (Sibirische Schwertlilie) auf, welche insbesondere im Naturschutzgebiet Schaarenwies vorkommt.

In der Verordnung über den Schutz der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung wurden Schaarenwies/Schaarenwald (Kanton Thurgau, Schlatt, Diessenhofen) als Objekt Nummer 89 in die Liste der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung - ortsfeste Objekte im Jahr 2007 aufgenommen.

Die Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung hat die „Schaarenwies“ im Jahr 1994 als Objekt Nummer 400 in die Liste der Flachmoore von nationaler Bedeutung aufgenommen.

Zu den oben genannten Gesetzen und Verordnungen kommen noch weitere deutsche Gesetze wie z.B. das Bundesnaturschutzgesetz sowie das Naturschutzgesetz zur Geltung.

22 Konzession

Es konnte nicht geklärt werden, ob die Stauerhöhung im Rahmen einer Zusatzkonzession ermöglicht werden kann oder ob eine Neukonzession notwendig wäre. Es handelt sich hierbei um eine komplexe Fragestellung, an der neben dem Bund, vertreten durch das Bundesamt für Energie, auch verschiedene Kantone und speziell für die Konzessionserteilung die Bundesbehörden und die Behörden des Landes Baden-Württemberg (Regierungspräsidium Freiburg) zuständig sind. Je nach letztendlicher Regelung fallen beträchtliche Verleihungsgebühren der Kantone SH, ZH und TG sowie des Landes Baden-Württemberg an. Nach heutigem Kenntnisstand wären dies ca. 2 Mio CHF einmalig, davon ca. 1,88 Mio allein für den Kanton Schaffhausen. Zusätzlich würden erhöhte jährliche Wasserzinsen anfallen. Diese Beträge wurden in der Wirtschaftlichkeitsberechnung mit berücksichtigt.

Je nach Konzessionsverfahren fallen unterschiedliche weitere Kosten an. Wird eine Neukonzessionierung notwendig, kommt es zum Heimfall. Verzichtet die öffentliche Hand auf den Heimfall, fallen Heimfallverzichtsentschädigungen an. Diese Kosten sind heute nicht bekannt, liegen aber mit Sicherheit im Bereich eines zweistelligen Millionenbetrags. Dies würde die Wirtschaftlichkeit eines Höherstaus derart negativ beeinträchtigen, dass eine Realisation nicht mehr möglich wäre.

Ein Neukonzessionsverfahren würde somit einen Höherstau verunmöglichen. Ein solches Vorhaben wäre von der wirtschaftlichen Tragbarkeit nur im Rahmen einer Konzessionsänderung möglich.

Über die Art des Konzessionsverfahrens entscheiden letztendlich der Bund und die deutschen Behörden.

23 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde in Absprache mit der Geschäftsleitung der KWS in Bezug auf die Mehrerträge durch die Stauerhöhung ein Ansatz von 8 bis 10 Rp./kWh festgelegt. Diese Grösse ist in den Tabellen als „Mehrertrag“ bezeichnet. Es handelt sich bei dieser Berechnung um eine erste grobe Abschätzung. Je mehr in Zukunft die Strompreise steigen werden, desto wirtschaftlicher werden allfällige Stauerhöhungen. Ziel dieser Abschätzung ist, den finanziellen Spielraum für die Finanzierung der Kosten für Zusatzuntersuchungen, Verleihungsgebühren, allfällige Ersatzmassnahmen usw. eingrenzen zu können.

Der untere Grenzwert der Mehreinnahmen bezieht sich in den folgenden Tabellen auf 8 Rp./kWh, der obere auf 10 Rp./kWh.

Tab. 11: Jährliche Mehreinnahmen im langjährigen Durchschnitt, Höherstau ganzjährig

Dauerlinie	Produktion [GWh/a]	Zuwachs absolut [GWh/a]	Mehrertrag CHF/a		
Konzession	167.54	0	0	-	0
K+0.1m	169.29	1.75	140'000	-	175'000
K+0.2m	171.63	4.09	327'200	-	409'000
K+0.3m	173.58	6.04	483'200	-	604'000
K+0.4m	175.89	8.35	668'000	-	835'000

Tab. 12: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau ganzjährig

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]	Zuwachs absolut [GWh/a]	Mehrertrag CHF/a		
Konzession	171.12	0	0	-	0
K+0.1m	172.8	1.68	134'400	-	168'000
K+0.2m	174.84	3.72	297'600	-	372'000
K+0.3m	177.16	6.04	483'200	-	604'000
K+0.4m	179.55	8.43	674'400	-	843'000

Tab. 13: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau nur im Winterhalbjahr

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]	Zuwachs		Zuwachs Winterproduktion [GWh/a]	Mehrertrag CHF/a	
		Sommer	Winter			
Konzession	171.12	99.89	71.23	0	0	- 0
K+0.1m	172.08	99.89	72.19	0.96	76'800	- 96'000
K+0.2m	173.04	99.89	73.15	1.92	153'600	- 192'000
K+0.3m	174	99.89	74.11	2.88	230'400	- 288'000
K+0.4m	174.96	99.89	75.07	3.84	307'200	- 384'000

Tab. 14: Mehreinnahmen basierend auf das Jahr 2008, Höherstau nur im Sommerhalbjahr

Abflussjahr 2008	Produktion [GWh/a]	Zuwachs		Zuwachs Sommerproduktion [GWh/a]	Mehrertrag CHF/a	
		Sommer	Winter			
Konzession	171.12	99.89	71.23	0.00	0	- 0
K+0.1m	171.84	100.61	71.23	0.72	57'600	- 72'000
K+0.2m	172.92	101.69	71.23	1.80	144'000	- 180'000
K+0.3m	174.28	103.05	71.23	3.16	252'800	- 316'000
K+0.4m	175.71	104.48	71.23	4.59	367'200	- 459'000

Auf der Ausgabenseite sind verschiedenen Arten von Ausgaben zu berücksichtigen:

- Ausgaben für weitere Gutachten zur Vorbereitung des Antrags auf Höherstau
- Ausgaben für die Beantragung selbst, einschliesslich Verwaltungskosten, Gebühren, und Öffentlichkeitsarbeit
- Ausgaben für Anpassungsmassnahmen an die veränderten Wasserstände
- Ausgaben für laufende zukünftige Unterhaltskosten aufgrund der Stauerhöhung
- Erhöhte Wasserzinsen

Tab. 15: Einmalige Kosten

A)	Zusätzliche Gutachten	Kosten in CHF
1	Fischereibiologisches Gutachten einschliesslich Untersuchung der derzeitigen Kolmatierung, hydraulischer Modellierung und Habitatmodellierung	100'000
2	Begutachtung der Gebäude, deren Keller/Fundamente tief liegen, geschätzt 2'500 CHF pro Gebäude, ungefähr 40 Gebäude	100'000
3	Funktionsweise der Gerberbach-Drainage im Detail erfassen	25'000
4	Geobotanisches, faunistisches und geomorphologisches Gutachten zum Standort Schaaren	100'000
5	Umweltverträglichkeitsuntersuchung	250'000
B)	Beantragung, Verwaltungskosten, Gebühren	
1	Neuberechnung Dambruchwelle	30'000
2	Anpassung für NaturemadeStar, Anpassung Managementkonzept	60'000
3	Konzessionerneuerung gesamt für alle KT + BRD	2'000'000
C)	Anpassungsmassnahmen	
1	Anpassung der Fischtreppe	10'000
2	Anpassung der URH Anlegestelle Schiffslände	50'000
3	Erstellung Rheinpegel beim PW Diessenhofen	30'000
4	Brücke über alten Rheinarm, Wanderweg zur Schaarenwies	50'000
5	Anpassung in der URH Schiffswerft	60'000
Summe		2'865'000

Massnahmen zur Abdichtung, Sicherung von Anlagen und Bauten wegen steigendem Grundwasserspiegel insbesondere im Bereich der Stadt Schaffhausen können erst nach Abschluss der Gebäudebegutachtung abgeschätzt werden. Die Kosten sind aber relevant und dürften im Bereich von mehreren hunderttausend Franken liegen.

Ebenso fehlen die Kosten für möglicherweise anfallende Ausgleichsmassnahmen, wie der Erstellung eines Umgehungsgerinnes. Auch die Massnahmen, die sich aus notwendigen Schutz- oder Anpassungsmassnahmen für die in Kapitel 14 erwähnten Bauten und Nutzungen ergeben, konnten hier nicht berücksichtigt werden, da die Kosten unbekannt sind.

In der weiteren Analyse wurde so vorgegangen, dass untersucht wurde, ob sich der Höherstau aus den Mehreinnahmen finanzieren lässt und welcher einmalige Investitionsbetrag in etwa für die hier bisher nicht berücksichtigten Massnahmen noch verfügbar wäre.

Tabelle 15 enthält eine Zusammenstellung der einmalig anfallenden Kosten, wobei jedoch die genannten Kosten für den Gebäudeschutz ebenso wenig enthalten sind, wie Kosten für

weitere Anpassungs- und Ausgleichsmassnahmen, die sich erst aus ggf. noch zu erstellenden Gutachten ergeben.

Zusätzlich treten jährlich wiederkehrende Kosten auf, wie in Tab. 16 zusammengefasst:

Tab. 16: Jährlich wiederkehrende Kosten

D)	Ausgaben für laufende zukünftige Unterhaltskosten aufgrund der Stauerhöhung	Kosten in CHF/Jahr
1	Höhere Wasserzinsen jährlich (Option K+0,4 ganzjährig)	129'411
2	Grundwassermonitoring jährlich	5'000
3	Jährliche Kiesschüttungen zur Verbesserung der Äschenlaichhabitate	10'000
Summe		144'411

Da die Wasserzinsen von der Höhe der Stauerhöhung und der saisonalen Regelung abhängig sind, müssen hier die Zahlen weiter differenziert werden. Die Wasserzinsen sind wie folgt (Tab. 17):

Tab. 17: Jährliche Wasserzinsen (nur Mehrkosten infolge Stauerhöhung)

Mehrkosten Wasserzinsen pro Jahr [CHF]	K+10	K+20	K+30	K+40
ganzjährig	32'353	64'700	97'060	129'411
nur Winter	12'608	25'213	37'823	50'430
nur Sommer	19'852	39'701	59'558	79'409

Die jährlich wiederkehrenden Kosten sind in der Summe um 15'000 CHF höher als die reinen Wasserzinsen. Diese Zahlen werden in der Wirtschaftlichkeitsberechnung verwendet.

Die Konzession des KWS hat eine Laufzeit bis 2043. Geht man davon aus, dass der Höherstau im Lauf des Jahres 2014 realisiert werden kann, so verbleiben circa 30 Jahre Laufzeit. Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Massnahme wird die Annuitätenmethode verwendet. Dabei wird angenommen, dass die gesamten erforderlichen Investitionsmittel zu einem marktüblichen Zinssatz von 5% finanziert werden müssen und die dadurch entstandene Hypothek über die verbleibende Restlaufzeit von 30 Jahren vollständig zurückgezahlt wird. Aus diesem Ansatz ergeben sich jährliche Annuitäten, die sich aus Zins und Tilgung zusammensetzen und einen konstanten jährlichen Betrag ergeben. Diese Annuitäten werden den Einnahmen aus der erhöhten Stromproduktion abzüglich der jährlich wiederkehrenden Zusatzausgaben infolge der Stauerhöhung gegenübergestellt. Aus diesem Vergleich ergibt sich ein jährlicher Gewinn oder Verlust. Für diese Berechnung wurden zusätzliche Einnahmen von 9,0 Rp./kWh angesetzt.

Tab. 18 zeigt die Ergebnisse für den Fall eines ganzjährigen Höherstaus um +10 bis +40 cm. Während sich für die Option K+10 ein Verlust von über 76'000 CHF jährlich ergibt, würden mit den übrigen Optionen Gewinne erzielt. Es wird hier jedoch nochmals darauf hingewiesen, dass in dieser Analyse die oben genannten Kostenfaktoren noch nicht berücksichtigt sind. Weitere Analysen ergeben, dass im Fall der Option K+40 noch ein Spielraum für zusätzliche Investitionen von über 5 Mio. CHF, z.B. für einmalige Ausgleichsmassnahmen und den angesprochenen Gebäudeschutz, möglich wären, bis bei dieser Option kein Gewinn mehr erzielbar wäre.

Tab. 18: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für ganzjährige Höherstauoptionen für das Jahr 2008

Variante Höherstau ganzjährig	Rheinkraftwerk Schaffhausen			
	Option +10	Option +20	Option +30	Option +40
Steigerung des Regeljahresarbeitsvermögen MWh	1750	4090	6040	8350
Vergütungsansatz pro MWh	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090
Jährlicher zusätzlicher Ertrag:	CHF 157'500	CHF 368'100	CHF 543'600	CHF 751'500
abzüglich jährliche Zusatzausgaben	CHF 47'353	CHF 79'700	CHF 112'060	CHF 144'411
bleiben für Zins und Tilgung:	CHF 110'147	CHF 288'400	CHF 431'540	CHF 607'089
Investitionskosten (vgl.Tabelle)	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000
Laufzeit Jahre	30			
Zinssatz effektiv in Prozent	5.00%			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor:	0.065051435			
Jährliche Annuitäten:	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372
Gewinn pro Jahr vor Steuern:	-CHF 76'225	CHF 102'028	CHF 245'168	CHF 420'717

Tab. 19: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für Höherstauoptionen nur im Winter für das Jahr 2008

Varianten mit saisonalem Höherstau	Rheinkraftwerk Schaffhausen			
	Option +10 Winter	Option +20 Winter	Option +30 Winter	Option +40 Winter
Steigerung des Regeljahresarbeitsvermögen MWh	960	1920	2880	3840
Vergütungsansatz pro MWh	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090
Jährlicher zusätzlicher Ertrag:	CHF 86'400	CHF 172'800	CHF 259'200	CHF 345'600
abzüglich jährliche Zusatzausgaben	CHF 27'608	CHF 40'213	CHF 52'823	CHF 65'430
bleiben für Zins und Tilgung:	CHF 58'792	CHF 132'587	CHF 206'377	CHF 280'170
Investitionskosten (vgl.Tabelle)	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000
Laufzeit Jahre	30			
Zinssatz effektiv in Prozent	5.00%			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor:	0.065051435			
Jährliche Annuitäten:	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372
Gewinn pro Jahr vor Steuern:	-CHF 127'580	-CHF 53'785	CHF 20'004	CHF 93'798

Tab. 20: Ergebnisse Wirtschaftlichkeitsberechnung für Höherstauoptionen nur im Sommer für das Jahr 2008

Varianten mit saisonalem Höherstau	Rheinkraftwerk Schaffhausen			
	Option +10 Sommer	Option +20 Sommer	Option +30 Sommer	Option +40 Sommer
Steigerung des Regeljahresarbeitsvermögen MWh	720	1800	3160	4590
Vergütungsansatz pro MWh	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090	CHF 0.090
Jährlicher zusätzlicher Ertrag:	CHF 64'800	CHF 162'000	CHF 284'400	CHF 413'100
abzüglich jährliche Zusatzausgaben	CHF 34'852	CHF 54'701	CHF 74'558	CHF 94'409
bleiben für Zins und Tilgung:	CHF 29'948	CHF 107'299	CHF 209'842	CHF 318'691
Investitionskosten (vgl.Tabelle)	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000	CHF 2'865'000
Laufzeit Jahre	30			
Zinssatz effektiv in Prozent	5.00%			
Kapitalwiedergewinnungsfaktor:	0.065051435			
Jährliche Annuitäten:	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372	CHF 186'372
Gewinn pro Jahr vor Steuern:	-CHF 156'425	-CHF 79'073	CHF 23'470	CHF 132'319

Betrachtet man die Ergebnisse für einen saisonalen Höherstau, bei dem nur im Winter der Stauspiegel erhöht wird, so lassen sich mit den Optionen K+10 und K+20 bereits ohne zusätzliche Massnahmen keine kostendeckenden Einnahmen erzielen. Die Optionen K+30 sowie K+40 erzielen rechnerische Gewinne und es wären zusätzliche Investitionen von etwa 0,3 Mio. CHF bzw. 1,4 Mio. CHF amortisierbar. Angesichts der tatsächlich im Fall einer Stauerhöhung notwendigen Aufwendungen für den Gebäudeschutz ist es sehr fraglich, ob eine solche Option bei einer genaueren wirtschaftlichen Prüfung Realisierungschancen hätte.

Ähnlich erscheinen die Ergebnisse für die Szenarien des Höherstaus nur im Sommer. Auch hier erscheint nur die Variante K+40 möglicherweise realisierbar.

Die Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zeigen, dass der Höherstau K+40 ganzjährig voraussichtlich wirtschaftlich ist. Dieses Szenario ergibt ein Ergebnis, das finanziellen Spielraum für die notwendigen Anpassungs- und Ausgleichsmassnahmen lässt, insbesondere auch für die notwendigen Gebäudeanpassungen im Stadtbereich von Schaffhausen.

Bei den anderen untersuchten Szenarien, insbesondere dem saisonalen Höherstau oder bei einer Stauerhöhung von weniger als 40 cm, sind die Ergebnisse weniger eindeutig. Hier könnten die anfallenden Kosten leicht den möglichen Finanzierungsspielraum übersteigen und das ganze Vorhaben unwirtschaftlich machen.

Da insbesondere die nach heutigem Stand extrem hohen Konzessionsgebühren des Kantons Schaffhausen (ca. 1.8 Mio CHF von insgesamt 2 Mio CHF) das ganze Vorhaben finanziell stark belasten, wurde eine zusätzlich Untersuchung durchgeführt, bei der die Konzessionsgebühren von 2 Mio. CHF auf 0.2 Mio CHF insgesamt reduziert wurden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Anhang 6 dargestellt.

24 Gesamtbeurteilung und weitergehende Untersuchungen

Folgende Erkenntnisse werden festgehalten:

1. In allen untersuchten Varianten des Höherstaus bewegt sich die Stauwurzel innerhalb der bestehenden Konzessionsstrecke, was sich jedoch z.B. durch Pflanzenwuchs oder Veränderungen der Gewässersohle ändern kann. Sollte es sich im Fall eines Höherstaus von 40 cm herausstellen, dass die Stauwurzel bei sehr niedrigen Abflüssen aus der Konzessionsstrecke hinaus wandert, muss bei Niedrigwasser der Stau gegebenenfalls um einige Zentimeter abgesenkt werden.
2. Die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten verringern sich um ca. 10 – 15%.
3. Die mittleren Fliesstiefen vergrössern sich auf dem Abschnitt unterhalb des Katherinentals proportional zum Höherstau um maximal 40 cm, weiter flussaufwärts nimmt die Zunahme stetig ab.
4. Ein ganzjähriger Höherstau von 40 cm verändert die hydrologischen Verhältnisse der „Schaarenwies“ und damit die Lebensgrundlagen für verschiedene dort vorkommende geschützte Arten. Dies steht im Widerspruch zu den Schutzvorschriften für Flachmoore und Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung. Dazu sind weitergehende Untersuchungen notwendig.
5. Es ist aufgrund der vorläufigen Ergebnisse denkbar, dass die heute vorhandenen Habitate für Fische, insbesondere auch die Äschenlaichplätze, keine wesentlichen Beeinträchtigungen erfahren werden. Mit geeigneten Kompensationsmassnahmen (Geschiebeeintrag/-zugabe) kann das Angebot möglicherweise vollständig aufrecht erhalten werden. Im Detail ist diese Annahme jedoch durch Zusatzuntersuchungen zu prüfen.
6. Mit einem Höherstau von 40 cm lässt sich eine Mehrproduktion von 3,84 GWh/J (Winterhalbjahr), bzw. 4,59 GWh/J (Sommerhalbjahr), bis 8,43 GWh/J (ganzjährig) realisieren.
7. Mit einem Höherstau von 40 cm lassen sich Mehreinnahmen von ca. CHF 668'000 – 835'000.-/J (ganzjährig) respektive ca. CHF 307'000 – 384'000.-/J (Bsp. Winterhalbjahr 2008), ca. 367'000 – 459'000 (Bsp. Sommerhalbjahr 2008) realisieren.
8. Für die Realisation eines Höherstaus ist mit relevanten Kosten für notwendige Zusatzuntersuchungen und Gebühren zu rechnen.

9. Es ist mit relevanten Kosten für Sicherungs-/Abdichtungsmassnahmen für Gebäude/ Fundamente/ Keller im zusätzlichen Grundwasser-Einflussbereich des Staus zu rechnen.
10. Für die Realisation eines Höherstaus ist mit Kosten für eine Konzessionserneuerung (Verleihungsgebühren) im Umfang eines jährlichen Wasserzinses von ca. 1,8 – 2,0 Mio.- (einmalig) zu rechnen.
11. Für die Realisation eines Höherstaus ist mit Kosten für zusätzliche Wasserzinsen im Umfang von ca. 20'000 – 130'000.- (jährlich) zu rechnen
12. Die Art des Konzessionsverfahrens ist entscheidend; kommt es zu einer Neukonzessionierung, ist mit erheblichen Heimfallkosten im Umfang eines zweistelligen Millionenbetrages zu rechnen. Eine Realisation des Vorhabens würde dadurch verunmöglicht.
13. Im Rahmen der Konzessionserteilung ist mit relevanten Kosten für Ersatz/Kompensationsmassnahmen zu rechnen.

Die wesentlichen Knackpunkte sind:

1. Kann ein Höherstau im Rahmen einer Konzessionsänderung genehmigt werden?
2. Mit welchem Stauregime lassen sich die negativen Auswirkungen auf die „Schaarenwies“ (Biotop von nationaler Bedeutung) eliminieren?
3. Art und Umfang der notwendigen Sicherungs-/Abdichtungsmassnahmen für Gebäude/Fundamente/Keller im zusätzlichen Grundwasser-Einflussbereich des Staues müssen in einem finanziell vertretbaren Rahmen bleiben?
4. Lassen sich die sehr hohen Verleihungsgebühren reduzieren?
5. Mit welchen Massnahmen lassen sich die negativen Auswirkungen auf die Äschenlaichplätze auf ein vertretbares Mass reduzieren/kompensieren?
6. Können die im Zusammenhang mit dem Höherstau entstehenden Zusatzkosten wirtschaftlich finanziert werden.

Alle anderen untersuchten Kriterien sind vergleichsweise einfach zu lösen und werden daher hier nicht weiter erörtert.

25 Einschätzung der Machbarkeit/Realisierbarkeit des Projektes „Höherstau“:

Die Realisierbarkeit eines Höherstaus kann aufgrund der Erkenntnisse aus der vorliegenden Machbarkeitsstudie noch nicht abschliessend beurteilt werden. Die vorliegende Studie zeigt jedoch die Voraussetzungen, welche für die Realisierbarkeit notwendig sind:

Allgemeine Rahmenbedingungen

1. Artikel 19 des Wasserwirtschaftsgesetzes kann dahingehend revidiert werden, dass ein Höherstau nicht per se unzulässig ist.
2. Ein Höherstau kann im Rahmen einer Konzessionsanpassungsverfahrens genehmigt werden.
3. Sämtliche Anrainer der Staustrecke (vor allem aber der Kanton Thurgau und das Land Baden-Württemberg) sowie der Bund als Konzessionsbehörde befürworten einen Höherstau.

Technische Bedingungen

1. Die Stauwurzel bewegt sich in jedem Fall innerhalb der heutigen Konzessionsstrecke; Eine Beeinträchtigung der heute auch bei Niederwasser unbeeinflussten Strecken muss mit einem abflussabhängigen Stauregime ausgeschlossen werden.
2. Eine unzulässige Beeinträchtigung der Schaarenwies durch einen Höherstau kann mit einem saisonal abflussabhängigen, höhenvariablen Regime vermieden werden.

3. Die Beeinträchtigung der noch dynamischen Flie遝sstrecke (ca. obere Hälfte heutige Konzessionsstrecke: Schupfen bis Höhe Katharinental) und der Äschenlaichgebiete von nationaler Bedeutung kann durch betriebliche oder andere Massnahmen ausgeglichen werden.

Wirtschaftliche Bedingungen

1. Die Zusatzkosten für einen Höherstau können mit den Mehreinnahmen aus der Produktionssteigerung abgedeckt werden.

Alle Punkte setzen vertieftere Abklärungen voraus, wobei die Prioritäten auf den Punkten „Konzessionsanpassung“ und „Schaarenwies“ liegen. Deren Klärung ist entscheidend, ob und wenn ja in welchem Umfang ein Projekt „Höherstau“ tatsächlich machbar ist. Die allgemeinen Bedingungen sind Vorgaben, die zwingend eingehalten werden müssen. Die technischen Bedingungen lassen sich je nach Ergebnis der Zusatzuntersuchungen realisieren. Die abschliessende Beurteilung der Realisierbarkeit wird sich damit insbesondere an der Wirtschaftlichkeit entscheiden. Diese Frage muss letztlich vom Kraftwerk detaillierter untersucht, beurteilt und abschliessend beantwortet werden.

Fazit:

ein Höherstau ist technisch realisierbar, sofern die genannten Rahmenbedingungen eingehalten sind und sofern er wirtschaftlich finanzierbar ist.

26 Handlungsempfehlung

Kanton:

Um die Realisierbarkeit zu unterstützen, hat der Kanton folgende Handlungsmöglichkeiten:

1. Abklärungen zur Frage des Konzessionsverfahrens einleiten. Es muss beim Bund und beim Regierungspräsidium Freiburg ein Konzessionsänderungsverfahren beantragt und eine Neukonzessionierung ausgeschlossen werden.
2. Artikel 19 Wasserwirtschaftsgesetz (WWG) muss baldmöglichst ersatzlos gestrichen werden. Paragraph 9 und 10 der Verordnung zum WWG sollten dahingehend angepasst werden, dass die Verleihungsgebühr zumindest reduziert werden kann oder sogar ganz entfällt. Paragraph 10 der Verordnung zum WWG sollten dahingehend angepasst werden, dass die Wasserzinsen reduziert werden könnten.
3. Es sollte abgeklärt werden inwieweit Zusatzabklärungen vom Kanton übernommen werden können.

KWS:

Zur definitiven Einschätzung der Machbarkeit sollte das KWS folgende Zusatzabklärungen vornehmen:

1. Art, Umfang und Kosten der Massnahmen für notwendige Sicherungs-/Abdichtungsmassnahmen für Gebäude/Fundamente/Keller im zusätzlichen Grundwasser-Einflussbereich des Staus müssen abgeklärt werden.
2. Vertieftere Abklärungen zur Frage der Veränderungen der „Schaarenwies“ (Biotop von nationaler Bedeutung) und damit die Lebensgrundlagen für verschiedene dort vorkommende geschützte Arten sind durchzuführen. Stauregimes, welche die negativen Auswirkungen auf die „Schaarenwies“ eliminieren, sind zu definieren.

3. Die Auswirkungen auf die Fische, insbesondere die Äschenlaichplätze, müssen detailliert abgeklärt werden. Sofern notwendig Festlegung der Massnahmen, mit welchen sich die negativen Auswirkungen auf ein vertretbares Mass reduzieren/kompensieren lassen.
4. Erweiterte, detailliertere Wirtschaftlichkeitsberechnung vornehmen.

Referenzen

C2SM (2011). Szenarien zur Klimaänderung in der Schweiz, Center for Climate Systems Modeling (C2SM), ETH Zürich, Zürich.

Jorde, K. (1997). Ökologische begründete, dynamische Mindestwasserregelungen bei Ausleitungskraftwerken. Dissertation, Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart.

Rey, P. and J. Ortlepp (2002). Koordinierte biologische Untersuchungen am Hochrhein 2000; Makroinvertebraten. Schriftenreihe Umwelt Nr. 345, Gewässerschutz, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern.

Schälchli, U., Abegg, et al. (2000). Geschiebehaushalt Hochrhein, Bericht und Anhang, Bundesamt für Wasser und Geologie, Biel, Schweiz, und Regierungspräsidium Freiburg, Deutschland.

Schürch, M. (2011). Arbeitsgruppe „Grundwasser und Klima“, Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser, GWA 3/2011, Seite 182 (Seiten 177 bis 182)

Weingartner, R. and M. Zappa (2011). Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung - Synthesebericht Bern.

Anhang

1. MBN Gutachten zum Höherstau Schaffhausen
2. Mittlere Abflussganglinie und Wasserstandsganglinien für 11 Stationen basierend auf mittleren Abflüssen
3. Wasserstandsganglinien für 11 Stationen basierend auf das Jahr 2008
4. Talwegprofile und Wasserspiegellinien sowie querschnittsgemittelte Fließgeschwindigkeiten für die gesamte Konzessionsstrecke für alle Szenarien und unterschiedliche Abflüsse
5. Ökofonds-Projekte im Konzessionsgebiet der Kraftwerk Schaffhausen AG - Beurteilung der Auswirkungen eines Höherstaus
6. Zusatzuntersuchung Wirtschaftlichkeit – Variante mit reduzierten Konzessionsgebühren.



Strategie zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen

Massnahmen 2013 bis 2032

Schaffhausen, 30. Januar 2013

**Kanton Schaffhausen
Baudepartement**
Regierungsgebäude
CH-8200 Schaffhausen
www.sh.ch

Begriffe

Begriff	Erläuterung
Ausbauwassermenge	Maximale Wassermenge eines Gewässers, welche durch die Turbinen eines Kraftwerkes zu Strom verarbeitet werden kann.
Kleinwasserkraftwerk	Im internationalen Sprachgebrauch Kraftwerke mit einer Ausbauleistung unter 10 Megawatt.
Pumpspeicherwerk	Wasser wird mittels Pumpen von einem tieferen Niveau in ein höhergelegenes Speicherbecken gepumpt. Später wird das Wasser über eine Druckleitung wieder talwärts geführt und mit einer Turbine zu Strom verarbeitet.
Karte der Nutzungskategorien für Neuanlagen	Zeigt die Eignung von Gewässern oder Gewässerabschnitten für eine Nutzung zur Energieerzeugung unter einer ganzheitlichen Berücksichtigung von Nutzungs- und Schutzaspekten (Gewässerschutz, Fischerei, Gewässerökologie, Landschaft und Tourismus)
kW	Kilowatt (1000 Watt)
MW	Megawatt (1000 Kilowatt)
GW	Gigawatt (1000 Megawatt)
GWh/J	Strommenge pro Jahr in Gigawatt (Angabe der Stromproduktion von Elektrizitätswerken oder des Bedarfs an elektrischer Energie).
Produktion	Überschlägige Annahme der erzeugten Strommenge ((Erfahrungswert Kleinwasserkraftanlagen: Leistung x 5000 Std = Produktion/Jahr in GWh/Jahr).
Hydroelektrisches Potenzial	Von den hydrologischen (Abflussmenge) und topografischen Gegebenheiten (Gefälle) bestimmte Leistung eines Gewässerabschnittes in Kilowatt [oder Megawatt.
Stromverbrauch pro Haushalt	Ein mittlerer Vierpersonenhaushalt verbraucht etwa 4500 kWh/Jahr.
Stromverbrauch Kanton Schaffhausen	Der durchschnittliche Stromverbrauch des Kantons Schaffhausen beträgt zurzeit rund 530 GWh pro Jahr.
Aktuelle Stromproduktion aus Wasserkraft im Kt. Schaffhausen	270 GWh pro Jahr
WWG	Wasserwirtschaftsgesetz Kanton Schaffhausen vom 18. Mai 1998
GSchG	Eidg. Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991
GSchV	Eidg. Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998

Verwendete Grundlagen

Nr.	Bericht
(1)	Potenzialstudie Wasserkraft für den Kanton Schaffhausen, Projektbericht 20. März 2012 WaterGisWeb AG, Bern und Entec AG, St. Gallen
(2)	Vorstudie für die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen, 7. Dez. 2011, Entec AG, St. Gallen
(3)	Kraftwerk Wunderklingen: Gesamtanierung, Vorprojekt, Oktober 2010. Reusch Engineering AG, Herisau

Zusammenfassung

Der Regierungsrat postuliert in seinen energiepolitischen Zielsetzungen einen geordneten Ausstieg aus der Kernenergie. Zur Konkretisierung der zukünftigen Energiepolitik des Kantons Schaffhausen wird mit der vorliegenden kantonalen **Strategie zu einer verstärkten Nutzung der Wasserkraft** für die nächsten 20 Jahre aufgezeigt, wo und wie im Kanton Schaffhausen geeignetes zusätzliches hydroelektrisches Potenzial genutzt werden soll.

Die aktuelle Wasserkraftnutzung beschränkt sich im Kanton Schaffhausen auf den Rhein und die Wutach. Neben den drei Kraftwerken Schaffhausen (inklusive dem Pumpspeicherwerk Engeweiher), Neuhausen am Rheinfall und Wunderklingen nutzen auch die Kraftwerke Eglisau und Rheinau Schaffhauser Fließgewässer. Mit diesen Wasserkraftanlagen wird jährlich 270 GWh Strom produziert (dies entspricht etwa 50 Prozent des Stromverbrauchs im Kanton Schaffhausen).

Die **Potenzialstudie Wasserkraft** (1) legt dar, dass im Kanton Schaffhausen nur die beiden Gewässer Rhein und Wutach Potenzial für die Optimierung und den Ausbau bestehender Anlagen sowie zusätzliche, neue Wasserkraftnutzungen aufweisen. Demgegenüber haben sämtliche übrigen Gewässer, inklusive der Biber, im Vergleich zu Rhein und Wutach nur ein untergeordnetes Potenzial von insgesamt weniger als 2 Prozent.

Unter Berücksichtigung aller technischen und ökologischen Faktoren ergibt sich bei den bestehenden Anlagen in Rhein und Wutach ein **Ausbaupotenzial von 3 bis 6 GWh/J** und rund **60 GWh/J** für den Neubau von Wasserkraftanlagen (60 GWh durch ein neues Rheinflallkraftwerk bei Laufen-Uhwiesen).

Der Ausbau der bestehenden Anlagen in Rhein und Wutach hat aus der Sicht des Regierungsrates gegenüber dem Bau von mehreren Klein- oder Kleinstwasserkraftanlagen aus Gründen des Gewässer- und Landschaftsschutzes und aus energiepolitischen Überlegungen Vorrang. Die möglichen negativen Auswirkungen von Wasserkraftnutzungen an den Gewässern der zweiten und dritten Klasse (inklusive der Biber) überwiegen den allfälligen Nutzen. Das zusätzliche Wasserkraftpotenzial soll deshalb schwerpunktmässig an Rhein und Wutach mit Ausbau- und Neubaumassnahmen bei bestehenden Kraftwerken genutzt werden. Der Bau von Anlagen an den übrigen kleineren Gewässern wird im Kanton Schaffhausen zurzeit nicht in Betracht gezogen.

Die vorliegende **Strategie zur Nutzung der Wasserkraft** legt die Grundlagen, Leitlinien und Vorgaben für die Beurteilung und Bewilligungen von zukünftigen Gesuchen zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen fest. Sie zeigt, dass sich im Kanton Schaffhausen die Nutzung der Wasserkraft schwerpunktmässig an Rhein und Wutach konzentriert. Es wird dargelegt, welche bestehenden Wasserkraftnutzungen ausgebaut und an welchen Standorten ein Neubau von Wasserkraftanlagen realisiert werden soll.

Einleitende Bemerkungen

Der Regierungsrat des Kantons Schaffhausen hat gegenüber dem Parlament und der Öffentlichkeit bereits mehrmals den Willen zu einem geordneten, schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bekundet. Die Realisierung dieser Zielsetzung setzt eine ganze Reihe von gezielten Massnahmen voraus. Wenn wir auch in Zukunft in unserem Kanton eine sichere und möglichst preisgünstige Energieversorgung garantieren wollen, müssen den klaren Worten unabdingbar auch konkrete Taten folgen.

Nach der durch Erbeben und Tsunami ausgelösten Nuklearkatastrophe in Japan hat der Regierungsrat des Kantons seine bereits früher formulierten energiepolitischen Zielsetzungen für die energiepolitische Wende noch einmal deutlich gemacht und sich unmissverständlich für einen geordneten Ausstieg aus der Kernenergie ausgesprochen. Damit sollen die mit der Produktion von elektrischem Strom mit Hilfe der Nukleartechnik verbundenen Risiken reduziert werden.

Die damit verbundene Umorientierung in der Energieversorgung bedarf allerdings erheblicher Anstrengungen und gezielter Investitionen. Dies gilt insbesondere für den Ausbau der bestehenden Netze und für die Schaffung der erforderlichen alternativen Stromproduktionskapazitäten, insbesondere mit Wind, Sonne, Wasser, Biomasse und Erdwärme. Der Umbau der Energieversorgung hat zudem auf eine möglichst marktgerechte und kostengünstige Weise zu erfolgen. Dazu bedarf es nicht nur gemeinsamer Anstrengungen, sondern erfordert auch den Willen zum Ausgleich unterschiedlicher (ökologischer) Interessen.

Der Ausstieg aus der Kernenergie erfordert sowohl in gesellschaftlicher, als auch in rechtlicher und technischer Hinsicht eine tiefgreifende Umorientierung. Neben der Steigerung der Energieeffizienz müssen bestehende Anlagen zur Erzeugung und zur Verteilung von elektrischem Strom optimiert und gleichzeitig neue Möglichkeiten genutzt werden.

Dazu zählt vor allem der Ausbau der erneuerbaren Energien. Ohne eine verstärkte Ausschöpfung der Wasserkraft, der Windkraft, der Sonnenenergie, der Biomasse und der Erdwärme kann die Kernenergie nicht innerhalb des vorgegebenen Zeitrahmens kompensiert werden. Einen «Blackout» können wir uns schlicht nicht leisten. Auch bei der künftigen Versorgung mit elektrischem Strom sind Sicherheit, Umweltverträglichkeit und Bezahlbarkeit unabdingbare Kriterien.

Die Energiewende bietet auch in unserem Kanton namhafte Wachstumschancen und ist mit erheblichen Investitionen verbunden. Die damit verbundenen Belastungen müssen jedoch in einem vernünftigen Rahmen gehalten werden. Dies erfordert unter Anderem gezielte Massnahmen zur Verminderung des Energieverbrauchs. Aus diesem Grunde haben die Behörden in den letzten Jahren ihre Anstrengungen zur Förderung der Energieeffizienz denn auch schrittweise erhöht. Die Substitution soll neben Steigerung der Energieeffizienz insbesondere durch Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen erfolgen. Eine verstärkte Nutzung der Wasserkraft entspricht somit den energiepolitischen Zielen; die verstärkte Nutzung der Wasserkraft kann einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der angestrebten Ziele leisten.

Die heutige Wasserkraftnutzung beschränkt sich im Kanton Schaffhausen auf den Rhein und die Wutach. Neben den drei Kraftwerken in Schaffhausen (inklusive dem Pumpspeicherwerk Engeweiher), Neuhausen am Rheinfluss und Wunderklingen nutzen auch die Kraftwerke Eglisau und Rheinau Schaffhauser

Fließgewässer. Weitere Wasserkraftnutzungen bestehen zurzeit nicht. Auf politischer Ebene sind im Kanton und in den Gemeinden Vorstösse hängig, die einen Ausbau der Nutzung Wasserkraft zum Ziel haben. Gleichzeitig müssen aufgrund der 2011 in Kraft getretenen Revision des eidgenössischen Gewässerschutzrechtes die Bestrebungen zum Schutz der Umwelt verstärkt und die negativen Auswirkungen der Nutzung der Wasserkraft reduziert werden.

Im Kanton Schaffhausen gab es bisher keine Angaben über das verfügbare Potenzial zu einer zusätzlichen Nutzung der Wasserkraft. Zur Konkretisierung der zukünftigen Energiepolitik der nächsten 20 Jahre wurden im Rahmen einer Studie die Möglichkeiten zu einer verstärkten Nutzung der Wasserkraft (1) aufgelistet. Sie zeigt wo und wie im Kanton Schaffhausen zusätzliches hydroelektrisches Potenzial nachhaltig und umweltverträglich genutzt werden kann. Darauf aufbauend wurde die vorliegende Strategie zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft mit klaren Visionen und konkreten Zielen erarbeitet.

Die fachlichen Aspekte wurden durch eine Arbeitsgruppe geprüft. Die Projektleitung lag bei der Abteilung Gewässer des Tiefbauamtes. Der Arbeitsgruppe gehörten Vertreter der Stadt Schaffhausen (Energie und Umwelt), der Energiefachstelle, des Planungs- und Naturschutzamtes, der Fischereiaufsicht, des Interkantonalen Labors sowie der Umweltverbände Rheinaubund, WWF-Sektion Schaffhausen und kantonaler Fischereiverband Schaffhausen an. Die Kraftwerk Schaffhausen AG sowie das Rheinkraftwerk Neuhausen am Rheinfall wurden für spezifische Fragen zugezogen. Das nötige Fachwissen im Bereich Wasserkraftnutzung wurde durch externe Fachingenieure abgedeckt.

Die vorliegende Strategie zu einer verstärkten Nutzung der Wasserkraft konkretisiert die Leitlinien und Vorgaben, welche im Jahr 2009 vom Regierungsrat verabschiedeten Wasserwirtschaftsplan des Kantons Schaffhausen skizziert sind. Sie zeigt auf, welche Ziele der Kanton Schaffhausen als Konzessions-, Aufsichts- und Fachbehörde verfolgt, welche Stossrichtung die zuständigen Behörden und Institutionen einschlagen und welche Massnahmen zu ergreifen sind. Die konkreten Massnahmen bilden deshalb einen wichtigen Teil dieser Strategie. Die Strategie zu einer verstärkten Nutzung der Wasserkraft legt die Grundlagen und Leitlinien fest und enthält die Vorgaben für die Beurteilung und Bewilligung von zukünftigen Nutzungsgesuchen. Sie hat den Status einer behördenverbindlichen Richtplangrundlage.

Wasserkraftnutzung Kanton Schaffhausen: Ist-Situation

Tabelle 1 Übersicht über die bestehenden Wasserkraftnutzungen im Kanton Schaffhausen

Kraftwerk	Installierte Leistung	Durchschn. Produktion	Anteil Kt. SH	Leistungsanteil Kt SH	Produktionsanteil Kt. SH
Eglisau	32,2 MW	245 GWh/J	31,8 %	10,2 MW	77 GWh/J
Eglisau Ausbau *	10,5 MW	63 GWh/J	31,8 %	3,3 MW	20 GWh/J
Rheinau	36,8 MW	237 GWh/J	8,1 %	3,0 MW	19 GWh/J
Schaffhausen	26,0 MW	165 GWh/J	78,1 %	20,3 MW	129 GWh/J
Engeweiher **	5,0 MW	-	100 %	5,0 MW	-
Neuhausen a. Rhf.	4,8 MW	42 GWh/J	50 %	2,4 MW	21 GWh/J
Wunderklingen	0,41 MW	2,44 GWh/J	50 %	0,2 MW	1,2 GWh/J
Total	115,71	754,44		44,4	267,2

* Mehrleistung steht nach Abschluss des Ausbaues Eglisau ab Herbst 2012 zur Verfügung

** Das Pumpspeicherwerk «Engeweiher» fördert Rheinwasser in den Engeweiher. Dieses Werk produziert eigentlich keinen Strom, sondern dient lediglich zur Energiespeicherung und zur Abdeckung von Bedarfsspitzen.

Potenzial zusätzliche Wasserkraftnutzung im Kanton Schaffhausen

Grundlage: Potenzialstudie Wasserkraft im Kanton Schaffhausen (1)

Die Potenzialstudie zeigt auf, wo die Gewässer im Kanton Schaffhausen bereits genutzt werden und wo noch verfügbares Potenzial für den Ausbau bestehender Anlagen vorhanden ist. Weite Teile der technisch nutzbaren Gewässerstrecken werden von weiteren Faktoren wie Schutzzonen sowie Natur- und Landschaftsschutzgebieten überlagert. Gemäss der Potenzialstudie kann von folgenden Potenzialen ausgegangen werden:

Tabelle 2 Ausbau- und Neubaupotenziale für Wasserkraftnutzungen im Kanton Schaffhausen

Gewässer	Ausbau bestehende Anlagen [GWh/J]		Anlagen-Neubau [GWh/J]	Total [GWh/J]
	Minimal	Maximal	Maximal	Maximal
Rhein	3.0	5.5	60.0 *	65.5
Wutach	0.2	0.7	0.25	0,75
Strömungsturbinen Rhein	-	-	0.15	0,15
Total	3.2	6.2	60.4	66,6

Zahlen unter Berücksichtigung der jeweiligen Konzessionsstreckenanteile des Kantons Schaffhausen

Rhein und Wutach müssen aufgrund ihres hydroelektrischen Potenzials gesondert von den «übrigen Gewässern» betrachtet werden. Dabei muss insbesondere berücksichtigt werden, dass beide Flüsse über weite Strecken bereits genutzt werden. Darüber hinaus haben Rhein und Wutach den Status eines Grenzgewässers. Hier sind neben Bund und Kanton auch die Bundesrepublik Deutschland für die Erteilung von entsprechenden Konzessionen zuständig. Die möglichen zusätzlichen Nutzungen beschränken sich beim Rhein auf das Kraftwerk Schaffhausen, auf den Rheinflall und auf den Einsatz von Strömungsturbinen. An der Wutach konzentriert sich das zusätzliche Potenzial auf das Kraftwerk Wunderklingen sowie auf das ehemalige «Gononwehr» bei Oberwiesen. Die Massnahmen an **Rhein und Wutach** ermöglichen je nach Realisierungsmöglichkeiten eine zusätzliche Stromproduktion von **maximal 66,6 GWh/J**. Unter Berücksichtigung der technischen und ökologischen Faktoren verfügen sämtliche übrigen **kleineren Gewässer** des Kantons (Gewässer 2. und 3. Klasse sowie die Biber) lediglich über ein untergeordnetes nutzbares Potenzial von **höchstens 0,25 GWh/J**.

Nur gerade fünf Kleingewässer weisen eine Gesamtleistung von mehr als 100 kW auf.

Strategie

Vision: Nutzen und schützen mit gegenseitiger Akzeptanz

Im Kanton Schaffhausen wird die Wasserkraft schwerpunktmässig bei den Gewässern der ersten Klasse genutzt. Diese Nutzung soll an den bestehenden Standorten gefördert werden. Damit will der Kanton Schaffhausen die im Bereich der Wasserkraft vorhandenen Ressourcen im Einklang mit den Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung gezielt verstärken. Die erhöhte Nutzung von erneuerbarer Energie aus Wasserkraft stärkt den Wirtschaftsstandort und erfüllt gleichzeitig wesentliche Umweltziele des Kantons.

Der Kanton Schaffhausen muss gestützt auf Art. 38 GSCHG gezielt Gewässer revitalisieren sowie als naturnahe Lebens- und Erholungsräume aufwerten und sichern. Aufgrund des sehr bescheidenen Potenzials sowie der zahlreichen übergeordneten Schutzanliegen wird die Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen in den Gewässern der zweiten und dritten Klasse sowie in der Biber nicht in Betracht gezogen.

Grundsätze

Die Strategie für die zukünftige Wasserkraftnutzung richtet sich nach den folgenden Grundsätzen:

Sicherheit: Energie aus Wasserkraft muss sicher und ohne unzulässige Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sein. Die Wasserkraftnutzung darf die Risiken für Menschen sowie Umwelt- und Sachwerte durch die Beeinflussung von Naturgefahrenprozessen nicht vergrössern.

Konzentration: Die Nutzung der Wasserkraftnutzung konzentriert auf den Rhein und die Wutach. An Gewässern ohne ausreichendes Potenzial werden keine Wasserkraftnutzungen zugelassen.

Umweltschutz: Die Wasserkraftnutzung erfolgt mit Rücksicht auf unsere Gewässer, den natürlichen Wasserhaushalt und wichtige Lebensräume.

Nachhaltigkeit: Die verstärkte Nutzung der Wasserkraft soll einen Beitrag zum Ausstieg aus der Kernenergie leisten.

Ziele bis 2032

Auf der Grundlage der Vision «Nutzen und Schutz mit gegenseitiger Akzeptanz» definiert der Kanton Schaffhausen folgende **Ziele**:

1 Mehr Strom aus der Wasserkraft an Rhein und Wutach:

Der Ausbau und Betrieb der Stromproduktion aus Wasserkraft erfolgt im Sinne der bestehenden schwerpunktmässigen Nutzungen an Rhein und Wutach. In erster Priorität werden die bereits bestehenden Anlagen optimiert und im Hinblick auf eine mögliche Steigerung der vorhandenen Leistungen untersucht und wo immer möglich ausgebaut. Neuanlagen werden erst in zweiter Priorität an den dafür geeigneten Stellen realisiert.

2 Mögliche Steigerung der Stromproduktion aus Wasserkraft:

Der Kanton Schaffhausen will die Stromproduktion aus Wasserkraft im Vergleich zu 2012 um maximal zusätzliche 66 Gigawattstunden pro Jahr steigern. Das entspricht einer Zunahme von gegen 25 Prozent.

3 Verzicht auf die Nutzung der Biber und der Gewässer der zweiten und dritten Klasse:

Die Biber und die Gewässer der zweiten und dritten Klasse verfügen nicht über das notwendige Potenzial. Die Auswirkungen einer allfälligen Nutzung zur Produktion von elektrischer Energie auf die Umwelt stehen in keinem vernünftigen Verhältnis zum möglichen Nutzen. Sie sollen aus diesem Grund in erster Linie revitalisiert nicht zur Stromerzeugung genutzt werden.

Grundlagen

Der Kanton verfügt mit der *Potenzialstudie Wasserkraft im Kanton Schaffhausen vom März 2012 (1)* sowie mit der *Vorstudie für die Machbarkeit einer Stauerhöhung am Kraftwerk Schaffhausen (2)* über die notwendigen Grundlagen, Kenntnisse und Entscheidungshilfen für eine nachhaltige und umweltverträgliche Nutzung der Wasserkraft. Der Kanton stellt diese Grundlagen und Kenntnisse möglichen Betreibern von Wasserkraftanlagen zur Verfügung.

Massnahmen

Schrittweises Vorgehen 2013 - 2017 (nach Prioritäten geordnet)

Die Massnahmen zur verstärkten Nutzung der Wasserkraft im Kanton Schaffhausen werden in zeitlicher Hinsicht in zwei Kategorien aufgeteilt. Die Projekte der Kategorie A sollen zwischen 2013 und 2017 umgesetzt werden. Die Realisierung der Projekte der Kategorie B erfolgt zwischen 2018 und 2032.

A1 Revision Wasserwirtschaftsgesetz

Artikel 19 des kantonalen Wasserwirtschaftsgesetzes (WWG) muss raschmöglichst und zwingend revidiert werden. Zur Verbesserung der Planungs- und Rechtssicherheit müssen zum Beispiel ein moderater Höherstau sowie eine Steigerung der Stromproduktion im Rhein – selbstverständlich unter der Voraussetzung der Umweltverträglichkeit – möglich sein.

A2 Leistungssteigerung beim Kraftwerk Neuhausen am Rheinflall (RKN)

Um eine Leistungssteigerung beim bestehenden Rheinkraftwerk in Neuhausen am Rheinflall (RKN) zu ermöglichen, muss ein Verfahren zur Änderung der bestehenden Konzession der Kantone Schaffhausen und Zürich eingeleitet werden. Durch eine Erhöhung der zulässigen Nutzwassermenge des RKN von 28 auf 31,7 Kubikmeter pro Sekunde kann mittels technischer Massnahmen zur Optimierung der bestehenden Anlage eine Mehrproduktion von rund drei Gigawattstunden pro Jahr erreicht werden.

Die Realisierbarkeit dieser Massnahme wird aus folgenden Gründen als sehr gut beurteilt:

- geringer technischer Aufwand;
- keine Restwasser- und Fischdurchgängigkeitsproblematik;
- keine Bundeskonzession notwendig;
- Auswirkungen auf den Rheinfluss sind minimal (zusätzliche Nutzwassermenge von rund 4 Kubikmeter pro Sekunde lässt sich optisch bei einer mittleren Wasserführung im Winter 250, im Sommer 400 bis 500 Kubikmeter pro Sekunde praktisch nicht feststellen).

Energiegewinn A2: 1 Gigawattstunde pro Jahr oder 7,7 Prozent

A3 Begrenzter Höherstau beim Kraftwerk Schaffhausen (KWS)

[vgl. Grundlage (2)]

Zur Ermöglichung einer substantiellen Leistungssteigerung beim bestehenden Rheinkraftwerk Schaffhausen (KWS) soll die Stauquote in einem moderaten Umfang erhöht werden. Dazu bedarf es der vorgängigen vertieften Abklärung der Rahmenbedingungen und der eigentlichen Wirtschaftlichkeit.

Um das Projekt zu fördern, sollen vom Kanton folgende Schritte unternommen werden:

1. Antrag beim Bund und beim Land Baden-Württemberg zur Änderung statt zur Verlängerung der bestehenden Konzession;
2. Raschmögliche Aufhebung des Artikels 19 des Wasserwirtschaftsgesetzes (Projekt A1).

Zur Beurteilung der Machbarkeit des Projektes sollte das KWS folgende Zusatzabklärungen vornehmen:

1. Vertiefte Analyse von Art, Umfang und Kosten der Abdichtungsmassnahmen an Gebäuden und Kellern im Einflussbereich des Grundwasserbereichs des geplanten Höherstaus;
2. Ermittlung eines geeigneten Stauregimes, das allfällige negative Auswirkungen auf die «Schaarenwies» (Biotop von nationaler Bedeutung) verhindert;
3. Festlegung von Massnahmen, welche die negativen Auswirkungen auf den Fischbestand (insbesondere auf die Laichplätze der Äschen) auf ein vertretbares Mass reduzieren respektive kompensieren;
4. Vornahme einer detaillierteren Wirtschaftlichkeitsberechnung.

Energiegewinn A3 2 bis 4 Gigawattstunden pro Jahr oder 1,2 bis 2,5 Prozent

A4 Optimierung Kraftwerk Wunderklingen

[vgl. Grundlage (3)]

Durch technische Optimierungsmassnahmen soll die Produktion im Rahmen der geplanten Sanierung des Kraftwerkes Wunderklingen gesteigert werden.

Energiegewinn A4 0,4 Gigawattstunden pro Jahr oder 17 Prozent

B1 Neubau Rheinfallkraftwerk oder Kraftwerk Laufen-Uhwiesen

Prüfung des Ausbaus der Nutzung der Wasserkraft am Rheinfall (Kantone Schaffhausen und Zürich): Durch den Bau einer neuen Kraftwerkzentrale am rechten Rheinufer bei Neuhausen als Ersatz des bestehenden Kraftwerkes oder durch den Bau eines neuen Kraftwerkes am linken Rheinufer bei Laufen-Uhwiesen könnte ein zusätzlicher Anteil der Wasserkraft des Rheinfalls genutzt werden.

Energiegewinn B1 60 bis 120 Gigawattstunden pro Jahr

B2 Ausbau Kraftwerk Wunderklingen

Durch eine Steigerung der Ausbauwassermenge von 5,5 auf rund 10 Kubikmeter pro Sekunde kann eine Mehrproduktion realisiert werden.

Energiegewinn B2 1 Gigawattstunde pro Jahr oder 40 Prozent

B3 Wutach-Kraftwerk Oberwiesen («Gononwehr»)

[vgl. Grundlage (1)]

Neubau eines Kleinkraftwerkes (Ausbauleistung: ca. 105 kW) beim ehemaligen Gononwehr an der Wutach bei Oberwiesen (Gemeinde Schleithem); Integration in die bestehende Blockrampe.

Energiegewinn B3 0,5 Gigawattstunden pro Jahr

Projekt B4 Leistungssteigerung Pumpspeicherwerk «Engeweiher»

[vgl. Grundlage (1)]

Abklärung der Auswirkungen einer Leistungssteigerung des Pumpspeicherwerkes «Engeweiher». Dieses Projekt trägt nicht zu einer Mehrproduktion von Strom, sondern lediglich zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei. Das «PSW Engeweiher» hat einen Wirkungsgrad von ca. 65 Prozent (Energiebedarf Pumpen: 8,2 GWh, Energieproduktion: 5,5 GWh).

Auswirkungen B4 Verbesserte Abdeckung von möglichen Bedarfsspitzen.

B5 Installation von neuen Strömungsturbinen im Rhein

[vgl. Grundlage (1)]

An dazu geeigneten Standorten können unterhalb des Kraftwerkes Schaffhausen mehrere Strömungsturbinen zur Stromproduktion im Rhein installiert werden.

Energiegewinn B5 140 Megawattstunden pro Jahr (8 Turbinen mit je rund 5 kW Leistung)

Übersicht über das aufgrund der Massnahmen A und B bis 2032 erschliessbare Potenzial an Wasserkraft

Tabelle 3 Übersicht realisierbares zusätzliches Wasserkraftpotenzial 2012 - 2032

Bestehende Anlagen	Leistung [MW]	Produktion [GWh/J]	Bemerkungen
Höherstau Kraftwerk Schaffhausen	0	2.0 - 4.0	10 - maximal 40 cm (saisonal)
Optimierung Rheinkraftwerk Neuhausen	0.15	1.0 - 1.5	28 m ³ /s -> 31,7 m ³ /s
Sanierung Kraftwerk Wunderklingen	0	0.2	Projekt Reusch Engineering
Ausbau Kraftwerk Wunderklingen	0,4	0.5	Projekt Reusch Engineering
Total bestehende Anlagen	0,6	6.2	<i>maximal</i>
Neue Wasserkraftanlagen			
Neubau Rheinfallkraftwerk Laufen-Uhwiesen	20	60	Zentrale linksufrig, Kt. ZH
Neubau Gononwehr	0.1	0.25	Wutach Schleithelm
Strömungsturbinen im Rhein	0.04	0.15	unterhalb KWS AG
Total Neue Wasserkraftanlagen	20.15	60.4	<i>maximal</i>
Bestehende Anlagen (Ist-Zustand)			
Bestehende Anlagen (Ist-Zustand)	44,4	267,2	Wasserkraftnutzungen Kt. SH (inkl. Anteil Ausbau Kraftwerk Eglisau)
Gesamtpotenzial Ausbau bestehende Anlagen und Anlagen-Neubau	20,8	66.6	Ausbaupotenzial 2012 - 2032 maximal
Mögliche Wasserkraftnutzung Kt. SH 2032	65.2	333.8	Bestehend 2012 + Ausbau + Neubau (maximal)

(In der Tabelle berücksichtigt werden die jeweils mit Schaffhauser Fließgewässern produzierten Anteile)

Steigerung im Vergleich zur Wasserkraft-Produktion im Jahr 2012: + ca. 1.2 - 25 %

Potenzial-Anteil im Vergleich zum Stromverbrauch des Kantons Schaffhausen: ca. 0.6 - 12,5 %

Rechtliche Grundlagen und Richtlinien

Rechtliche Grundlagen Wasserkraftnutzung

Bund

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Bundesgesetz vom 22. Dezember 1916 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsgesetz, WRG), SR 721.80

Verordnung vom 2. Februar 2000 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsverordnung, WRV), SR 721.801

Kanton

Wasserwirtschaftsgesetz vom 18. Mai 1998, SHR 721.100

Verordnung zum Wasserwirtschaftsgesetz vom 22. Dezember 1998, SHR

Weitere Richtlinien/Grundlagen Wasserkraftnutzung

Bund

Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke, BAFU, BFE, ARE (Hrsg.), Bern 2011

Kanton

Wasserwirtschaftsplan Kanton Schaffhausen vom September 2009