

Wasserkraftanlage "Pregelmühle Mukrena" am Saalewehr Alsleben

**Antrag auf Planfeststellung
für alle wasserrechtlichen Gestattungen für den
Neubau und den Betrieb einer
Wasserkraftanlage**

Endversion mit Deckblättern

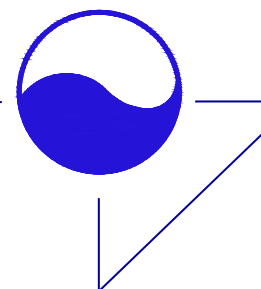
Antragsteller

Libelle Wasserkraft und Vermietung GmbH
Kupfermühle
67294 Bischheim

Planung

IGW - Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen mbH
Breitenstraße 6
99439 Am Ettersberg OT Wohlsborn

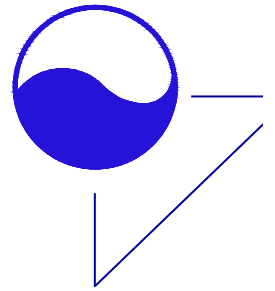
Wohlsborn, den 30.09.2020



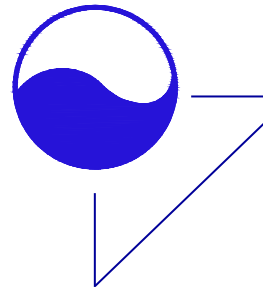
Teil 01

Erläuterungsbericht

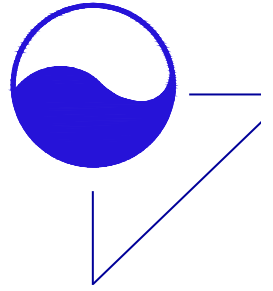
1	Veranlassung und Antragsteller.....	6
1.1	Antragsteller	6
1.2	Veranlassung	6
1.3	Beantragte Gestattungen	7
2	Rechtliche Belange	8
2.1	Wasserrecht	8
2.2	Baurecht.....	8
2.3	Denkmalschutzrecht	9
2.4	Naturschutzrecht	9
2.5	Bodenschutz	9
2.6	Abfallrecht	10
2.7	Immissionsschutz	10
2.8	Rechte Dritter - Eigentumsrecht	10
2.9	Rechte Dritter – Fischereirecht	11
3	Allgemeine Angaben zum Standort	12
3.1	Örtliche Lage des Vorhabens	12
3.2	Räumliche Abgrenzung des Vorhabens.....	12
3.3	Höhenbezug	13
3.4	Beschreibung des Vorhabensstandortes	14
3.4.1	Wehr	14
3.4.2	Wasserkraftanlage Alsleben	14
3.4.3	Schleuse	14
3.4.4	Bauwerke am Vorhabensstandort.....	15
3.5	Baugrundverhältnisse.....	17
3.6	Hydrologische Ausgangssituation.....	17
3.6.1	Abflussdaten	17
3.6.2	Oberwasserstände	18
3.6.3	Unterwasserstände	19
4	Vorhabensbeschreibung.....	20
4.1	Allgemeine Angaben zum Vorhaben	20
4.1.1	Ausbauparameter der Wasserkraftanlage	20
4.1.2	Turbinenhaus	21



4.1.3	Turbinenwärterhaus.....	21
4.1.4	Fischaufstiegsanlage.....	21
4.1.5	Fischschutz	21
4.1.6	Fischabstieg	22
4.1.7	Wehraufsatz	22
4.1.8	Hochwasserneutralität / Sunk- und Schwallausgleich	22
4.2	Wasserspiegellagen Planzustand.....	24
4.2.1	Oberwasser - Planzustand	24
4.2.2	Unterwasser - Planzustand.....	25
4.3	Steuerungsregime der Wasserkraftanlage und der Staustufe.....	26
4.3.1	Szenario Niedrigwasser NQ	27
4.3.2	Szenario Start WKA Pregelmühle (unterer Grenzwert Abflussmenge).....	28
4.3.3	Szenario $Q_{du30} (\triangle Q_{dü335})$	28
4.3.4	Szenario MQ ($\triangle Q_{dü119}$)	29
4.3.5	Szenario Volllast WKA Pregelmühle.....	29
4.3.6	Szenario $Q_{du330} (\triangle Q_{dü35})$	30
4.3.7	Hohe Wasserführung.....	31
4.4	Umgang mit Treibgut.....	31
4.5	Erforderliche Maßnahmen	32
4.5.1	Zuwegung zum Vorhabensbereich	32
4.5.2	Freimachung des Baufeldes	32
4.5.3	Baustelleneinrichtung	33
4.5.4	Abbruchmaßnahmen.....	33
4.5.5	Baugrubenumschließung.....	34
4.5.6	Baugrubenaushub.....	34
4.5.7	Verwertung / Beseitigung von Abbruch- und Aushubmassen	34
4.5.8	Neubau Wasserkraftanlage und zugehörige bauliche Anlagen.....	35
4.5.9	Rückbau Baugrubenumschließung.....	35
4.5.10	Netzanbindung	35
4.5.11	Installation Wehraufsatz	36
4.6	Konstruktive Parameter der geplanten Anlagenteile	37
4.6.1	Zulaufkanal.....	37
4.6.2	Feinrechenanlage.....	37
4.6.3	Spülkanal / Fischabstieg.....	38
4.6.4	Turbinenhaus	39
4.6.5	Untergraben	39
4.6.6	Fischaufstiegsanlage.....	40
5	Fischschutz und Durchgängigkeit	42
5.1	Fischaufstieg	42



5.1.1	Hydraulische Bemessung	42
5.1.2	Lockströmung an den Einstiegsfenstern am Turbinenaustritt	45
5.1.3	Lockstromleitung für den zweiten Einstieg	46
5.1.4	Einrichtungen zur Erzeugung einer Leitströmung bei Turbinen-Aus	49
5.1.5	Einrichtungen zur Funktionsprüfung der Fischaufstiegsanlage	54
5.2	Fischabstieg	55
5.2.1	Untere Öffnung in der Bypassklappe (sohlorientierte Fische)	55
5.2.2	Obere Öffnung in der Bypassklappe (Oberfläche)	55
5.2.3	Öffnung im Bremswehr	56
5.2.4	Fischabstieg bei höherer Wasserführung	57
5.2.5	Leistungsdichte im Fischabstiegskanal	57
5.3	Leitrechen	58
5.3.1	Stababstand Leitrechen	58
5.3.2	Aufstellwinkel Leitrechen	60
5.4	Turbinenbedingte Schädigungen von Fischen	61
5.4.1	Turbinenbedingte Schädigung von Aalen	61
5.4.2	Turbinenbedingte Schädigung von anderen Fischen	63
6	Hydraulische Nachweise	66
6.1	Hochwasserneutralität	66
6.2	Sunk- und Schwallausgleich	70
7	Auswirkungen des Vorhabens	73
7.1	Baubedingte Auswirkungen	73
7.2	Anlagenbedingte Auswirkungen	74
7.3	Betriebsbedingte Auswirkungen	74
7.3.1	Durchgängigkeit	74
7.3.2	Fischschutz	75
7.3.3	Sunk und Schwall	76
7.3.4	Hochwasserneutralität	76
7.3.5	Lärmemission	77
7.4	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen	78
Quellen	79



Teil A Erläuterungsbericht

Teil B Anhänge

Anhang 1 Anlagen

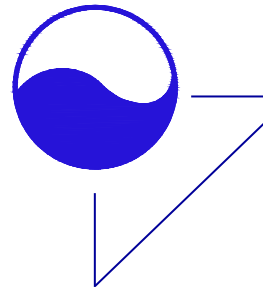
Anhang 2 Eigentumsnachweise

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen

Anhang 4 Baugrundgutachten

Anhang 5 Pläne

Anhang 6 Vorprüfung Verschlechterungsverbot WRRL



1 Veranlassung und Antragsteller

1.1 Antragsteller

Antragsteller ist die Fa. Libelle – Wasserkraft und Vermietung GmbH. Die genaue Anschrift und Erreichbarkeit lautet:

Libelle Wasserkraft und Vermietung GmbH
Kupfermühle
67294 Bischheim

Ansprechpartner: Herr Hilgert

Telefon 06352-406120
 0173-3796289

E-Mail m.hilgert@bindewald.de

Der Antragsteller hat die Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen beauftragt, die Planungen für den Bau der Wasserkraftanlage vorzunehmen und Unterlagen für die Beantragung der wasserrechtlichen Gestattungen zu erstellen.

Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlage mbH
[Breitenstraße 6](#)
[99439 Am Ettersberg OT Wohlsborn](#)

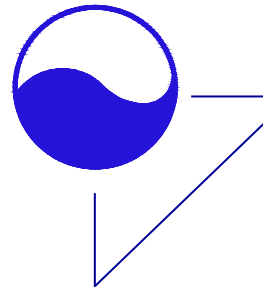
Bearbeiter: Axel Siegemund

Telefon 03643-415020

Anlage 1 Antragstellervollmacht

1.2 Veranlassung

Der Antragsteller betreibt an der Saale am wasserkrafthistorischen Standort Alsleben bereits die auf der linken Wehrseite gelegene WKA Alsleben. Der Antragsteller beabsichtigt nun, auch auf der rechten Wehrseite, am Standort der früheren Pregelmühle, eine Wasserkraftanlage zu errichten und zu betreiben. Er hat dafür die entsprechenden Grundstücke am rechten Ufer erworben. Zusammen mit den Grundstücken ist das laufende wasserrechtliche Antragsverfahren des Vorbesitzers auf den Antragsteller übergegangen. Der Vorbesitzer hatte bereits im Jahre 2007 entsprechende Antragsunterla-



gen für ein Planfeststellungsverfahren eingereicht und daraufhin die Stellungnahmen der Träger öffentlicher Belange erhalten.

Mit den hier vorliegenden Unterlagen soll nun auf die Stellungnahmen geantwortet und so das wasserrechtliche Planfeststellungsverfahren fortgeführt werden.

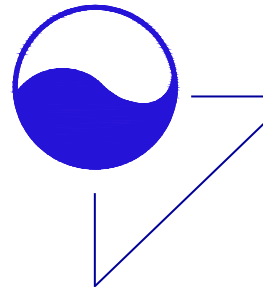
Da sich auf Grund der verstrichenen Zeit und der zahlreichen, z. T. umfassenden Änderungsforderungen von Seiten der TöBs viele Änderungen an der Planung der Wasserkraftanlage (sowohl hinsichtlich Bau als auch Betrieb der Anlage) ergeben haben, wird hier eine neu erstellte Antragsunterlage vorgelegt, die mit Erläuterungsbericht, überarbeitetem naturschutzfachlichem Teil und neuen Plänen den überarbeiteten Antragsgegenstand in Gänze vorstellt, formal aber als Beantwortung der Stellungnahmen im wasserrechtlichen Verfahren zu verstehen ist.

1.3 Beantragte Gestattungen

Die Antragstellerin möchte im wasserrechtlichen Verfahren alle für die Errichtung und für den Betrieb der Wasserkraftanlage erforderlichen Gestattungen erlangen.

Im Einzelnen werden folgende Gestattungen beantragt:

- ***Planfeststellung für den Bau der Wasserkraftanlage mit allen zugehörigen Bauteilen gemäß § 68 WHG***
- ***wasserrechtliche Bewilligung für die Ableitung, Benutzung zur Elektroenergieerzeugung und Wiedereinleitung von max. 50 m³/s aus der Saale am Wehr in Alsleben §§ 8 - 12 WHG (Befristung 40 Jahre)***



2 Rechtliche Belange

2.1 Wasserrecht

Am Saale-Wehr Alsleben existiert bereits eine Wasserkraftanlage, und zwar auf der linken Seite, die WKA Alsleben. Diese Wasserkraftanlage wird auf Grundlage eines alten Rechtes betrieben. Sie kann bis zu 30 m³/s des ankommenden Saalewassers nutzen. Allerdings sind die ersten ankommenden 10 m³/s als Mindestwasser über das Wehr abzugeben. Zudem müssen die Fischwege immer beaufschlagt sein (ca. 1,5 m³/s).

Die Stauhöhe am Wehr ist derzeit auf Grund des geringen Ausbaugrades weitgehend dynamisch (Oberwasserspiegel schwankt mit dem Saaledurchfluss).

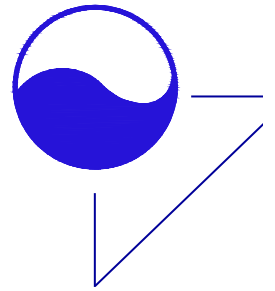
Weiterhin zu beachten ist die Schleuse Alsleben mit ihrem Bedarf an Schleusenwasser und ausreichenden Wassertiefen für die Schifffahrt.

Angestrebt wird mit dem hier beschriebenen Vorhaben ein zusätzliches Wasserrecht für die Nutzung von maximal 50 m³/s am Standort der früheren Pregelmühle. Dabei sollen bei geringer Wasserführung von der WKA Alsleben bis zu 10 m³/s vom Betriebswasser abgezogen werden, um dieses am neuen Standort zu nutzen. Die WKA Alsleben mit ihrem Fischaufstieg soll dadurch entlastet werden (günstigere hydraulische Bedingungen). Dies wird privatrechtlich ohne Probleme möglich sein, da beide Wasserkraftanlagen zukünftig in einer Hand sein werden.

2.2 Baurecht

Auf Grund der Lage des Vorhabens im Bundesland Sachsen-Anhalt gilt im Allgemeinen die Bauordnung des Landes. Da es sich beim Vorhaben um eine Wasserkraftanlage handelt, wird allerdings das Wasserrecht des Landes bzw. das Wasserhaushaltsgesetz für die Erteilung einer Planfeststellung vordringlich. Zudem handelt es sich um einen vergleichsweise einfachen, rein gewerblich genutzten Baukörper und somit nicht um einen Sonderbau. Damit kann die wasserrechtliche Planfeststellung die baurechtliche Genehmigung mit einschließen.

Mit der Planung der Baumaßnahme ist ein bauvorlageberechtigtes Ingenieurbüro beauftragt. Der zuständigen Überwachungsbehörde wird eine nach Bauvorlagenverordnung ergänzte Antragsunterlage zum Betriebsgebäude vorgelegt.



2.3 Denkmalschutzrecht

Gemäß § 9 (3) des Denkmalschutzgesetzes für Sachsen-Anhalt werden bei der Bau-
maßnahme festgestellte Befunde mit den Merkmalen eines Kulturdenkmals sofort bei
der Unteren Denkmalschutzbehörde angezeigt. Am Fundort wird in diesem Falle in der
Folge alles unverändert gelassen und eine wissenschaftliche Untersuchung ermöglicht.
Der Beginn der Bauarbeiten wird bei der unteren Denkmalschutzbehörde und beim Lan-
desamt für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt 14 Tage zuvor angezeigt.

2.4 Naturschutzrecht

Hinsichtlich Naturschutzrecht sei hier auf den beiliegenden Naturschutzrechtlichen
Fachbeitrag verwiesen. Es erfolgte eine generelle Überarbeitung des entsprechenden
Fachbeitrages von 2007, da zwischenzeitlich recht viel Zeit vergangen ist, sich die örtli-
chen Verhältnisse inzwischen verändert haben und auch die gesetzlichen Anforderun-
gen modifiziert worden sind. Entsprechende Anpassungen wurden vorgenommen. Zu-
dem wurden die in den Stellungnahmen der TöB gestellten Fragen beantwortet und
Nachforderungen erfüllt. Dazu gab es Abstimmungen zwischen den Autoren des Natur-
schutzrechtlichen Fachbeitrages und den zuständigen Fachbehörden.

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen

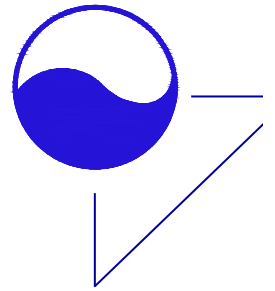
2.5 Bodenschutz

Hinsichtlich Bodenschutz wird versichert, dass bei der Vorhabensrealisierung die Hin-
weise der unteren Umweltbehörde (seinerzeit LK Bernburg – Umwelt und Straßenbau-
amt) beachtet werden. Gemäß Bodenschutzgesetz wird durch eine sorgfältige Bauaus-
führung dafür gesorgt, dass Bodenverunreinigungen verhindert werden. Versiegelungen
werden auf ein Minimum reduziert.

Der anfallende Bodenaushub wird entsprechend Bodenschutzgesetz vor Ort verwertet
oder bei Verunreinigungen entsorgt.

Weitere Aussagen zum Thema Bodenschutz finden sich im Abschnitt Auswirkungen des
Vorhabens sowie in den beiliegenden Naturschutzfachlichen Unterlagen.

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen



2.6 Abfallrecht

Hinsichtlich Umgang mit Abfällen wird versichert, dass bei der Vorhabensrealisierung die Hinweise der unteren Umweltbehörde (seinerzeit LK Bernburg – Umwelt und Straßenbauamt) beachtet werden.

Die beim Bau entstehenden Abfälle werden entsprechend der Gewerbeabfallverordnung getrennt gehalten und gemäß § 8 einer ordnungsgemäßen, schadlosen und hochwertigen Verwertung zugeführt. Abfälle aus Wartung und Instandhaltung der Wasserkraftanlage, wie Altöle und Fette sowie ölverschmutzte Betriebsmittel werden zur ordnungsgemäßen Entsorgung einem dafür zugelassenen Unternehmen übergeben. Altöle der Abfallschlüsselnummer 130205 und 130206 – Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle – werden vornehmlich einer stofflichen Verwertung zugeführt.

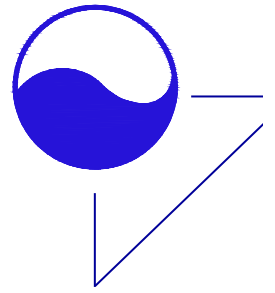
2.7 Immissionsschutz

Die Hinweise der unteren Umweltbehörde (seinerzeit LK Bernburg – Umwelt und Straßenbauamt) hinsichtlich Immissionsschutz werden beachtet. Die geplanten Anlagen werden so errichtet, dass die von diesen Anlagen verursachten Geräusche die festgesetzten Immissionsrichtwerte in der Nachbarschaft nach Nr. 6.1 der TA Lärm nicht überschreiten (Gebiet mit Wohnbebauung).

2.8 Rechte Dritter - Eigentumsrecht

Folgende Grundstücke sind vom Vorhaben bauzeitlich und/oder dauerhaft betroffen (Überbauung mit Zuwegung, Wasserkraftanlage, Fischaufstiegen, Wehrrumbau):

Gemeinde	Gemarkung	Flur	Flurstück	Eigentümer	Bemerkungen
Könnern	Beesenlaublingen	6	1057	Libelle Wasserkraft	
Könnern	Beesenlaublingen	6	1058	Wohnungsbau	schriftliche Zustimmung
Könnern	Beesenlaublingen	6	1059	Libelle Wasserkraft	
Könnern	Beesenlaublingen	6	1060	Wohnungsbau	schriftliche Zustimmung
Könnern	Beesenlaublingen	6	1061	Stadt Könnern	schriftliche Zustimmung
Könnern	Beesenlaublingen	6	465/73	WSV	vertragliche Regelung
Könnern	Beesenlaublingen	6	8030	WSV	vertragliche Regelung
Alsleben	Alsleben	12	2355	WSV	vertragliche Regelung

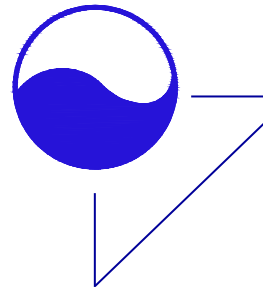


Grundsätzlich liegen für alle Teilflächen von Grundstücken, die dauerhaft oder bauzeitlich in Anspruch genommen werden, vertragliche Regelungen oder schriftliche Einverständniserklärungen vor. Kopien dazu befinden sich im Anhang 2 – Eigentumsnachweise. Dort findet sich auch ein Grunderwerbsverzeichnis mit zugehörigem Grunderwerbsplan, aus dem die in Anspruch genommenen Flächen hervorgehen.

Anhang 2 Eigentumsnachweise

2.9 Rechte Dritter – Fischereirecht

Für den in Anspruch genommenen Gewässerbereich bestehen keine Pachtverträge.



3 Allgemeine Angaben zum Standort

3.1 Örtliche Lage des Vorhabens

Der Vorhabensstandort befindet sich im Bundesland Sachsen-Anhalt, im Salzlandkreis, hauptsächlich in der Gemeinde Könnern – Ortsteil Mukrena, Gemarkung Beesenlaublingen (rechtsufrig). Ein Teil der Maßnahmen (Montage Wehraufsatz) liegt in der Gemeinde Alsleben (linksufrig).

Das Saale-Wehr Alsleben befindet sich am Fluss-km 50,55.

Zur besseren Abgrenzung von der bereits bestehenden Wasserkraftanlage auf der rechten Flussseite („WKA Alsleben“) erhält das Vorhaben die Bezeichnung „WKA Pregelmühle Mukrena“, auch wenn sich beiden Anlagen am Saalewehr Alsleben befinden werden.

3.2 Räumliche Abgrenzung des Vorhabens

Das Baufeld wird sich im Wesentlichen auf der rechten Wehrseite in Mukrena befinden. Vorgesehen ist der Neubau der Wasserkraftanlage im Bereich der früheren Pregelmühle, wobei der Wehrkörper nicht berührt werden soll (abgesehen von der Montage des Wehraufsatzes auf der Oberkante des Wehres). Auch das rechte Wehrwiderlager soll in seiner jetzigen Form auf wenigstens 5 m Breite erhalten werden. Erst im Anschluss daran soll die Baugrube geschaffen werden, mit einer Breite von ca. 24 m.

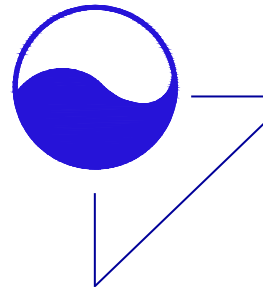
In Richtung Oberwasser wird sich die Baugrube auf ca. 50 aufweiten, da hier die Einlauftrumpete mit dem Leitrechen gestaltet werden muss. Die Länge der Baugrube wird etwa 65 m betragen.

Das Baufeld (einschließlich Fischaufstieg) wird somit insgesamt eine Fläche von ca. 1.700 m² aufweisen.

Umschlossen wird die Baugrube seitlich von Bohrpfahlwänden, ober- und unterwasserseitig werden Spundwände die Baugrube umschließen. Die Einfahrt der Baufahrzeuge in die Baugrube erfolgt vom Unterwasser her.

Für die Zufahrt in die Baugrube und die Dämme in Ober- und Unterwasser wurde ein Flächenbedarf von ca. 400 m² ermittelt. Dieser ergibt sich aus den 3 m breiten Dämmen mit einer Gesamtlänge von ca. 130 m.

Zusätzlich wird seitlich der Straße „Pregelmühle“ die Baustelleneinrichtungsfläche hergestellt. Dafür wird ein Flächenbedarf von ca. 450 m² (30 x 15 m) veranschlagt. Diese Fläche wird nur temporär genutzt.



Die Montage des Wehraufsatzes erfolgt auf der gesamten Wehrbreite. Der Eingriff auf dem Wehrrücken beschränkt sich auf eine Länge (in Fließrichtung) von ca. 2 m.

Der Antragsteller, der auch die links an der Staustufe gelegene WKA Alsleben betreibt, plant, den Turbinendurchsatz an dieser Anlage zugunsten der Neubauanlage (WKA Pregelmühle) zu reduzieren. Dadurch werden sich die Verhältnisse für den Fischschutz und die Fischdurchgängigkeit an der linken Anlage wesentlich verbessern.

Im PLAN-Zustand sollen leichte Veränderungen bei den Oberwasserständen etabliert werden (leichte Erhöhung bei niedriger Wasserführung [max. + 10 cm] und leichte Absenkung bei mittlerer bis höherer Wasserführung [max. - 10 cm]. Diese Veränderungen wirken sich im gesamten Rückstauraum (bis UW WKA Rothenburg) aus.

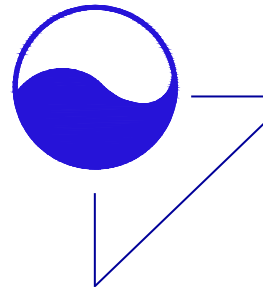
Unterhalb des Wehres wird es keine erheblichen Veränderungen in der Abflussführung oder bei den Wasserspiegellagen geben. Bereits jetzt konzentriert sich das Abflussgeschehen im Wehrunterwasser auf die rechte Flussseite.

3.3 Höhenbezug

Der vorliegende Antrag, sowie die Planung basieren auf dem System DHHN 2016 [m ü. NHN]. Die Umrechnung der vor Ort gemessenen Höhen erfolgte mit Hilfe des Transformationsportals der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder „HOETRA2016“. Der Unterschied zum vorherigen amtlichen Höhensystem DHHN 1992 beträgt + 15 mm.

Alle Höhenwerte die während der Planungsphase zusammengetragen wurden, wurden entsprechend umgerechnet (das gilt auch für die Wasserstände von Ober- und Unterpegel).

Die Antragsunterlagen von 2007 (Ingenieurbüro EN-Plan) basierten noch auf dem System DHHN 1912 [m ü. NN]. Höhenwerte aus dem damaligen Bearbeitungsstand (Aufmaß Wehr, Aufmaß Baubereich) wurden zunächst in das Höhensystem DNNN 1992 übertragen (m ü. NHN 1992 = m ü. NN - 2,8 cm) und dann wie oben beschrieben auf das aktuelle System umgerechnet.



3.4 Beschreibung des Vorhabenstandortes

Die Verhältnisse am Vorhabenstandort sind im Bestandslageplan dargestellt.

Anhang 7 Pläne

3.4.1 Wehr

Das Wehr ist seit unvordenklichen Zeiten existent und wird auch bestehen bleiben. Es handelt sich in der Form um ein Streichwehr mit massivem Wehrkörper ohne Aufsatz.

Die Breite beträgt ca. 185 m, die Länge schwankt zwischen 12 und 13 m (in Fließrichtung). Die Höhen der Wehrkrone wurden im Jahr 2003 durch das Planungsbüro Franke gemessen. Danach fällt die Wehrkrone von links nach rechts von 64,13 m ü. NHN auf 63,89 m ü. NHN.

Das Wehr ist baulich intakt, weist allerdings an einigen Stellen leichtere Schäden auf.

Im Vorfeld der Antragstellung (Juli 2017) fand im Auftrag des Vorhabenträgers eine Bestandsaufnahme des Wehres statt. Diese soll als Beweissicherung dienen und wurde von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung begleitet. [Das Ergebnis dieser Inspektion liegt als Bericht vor und wird im Rahmen der Ausführungsplanung den zuständigen Behörden vorgelegt.](#)

3.4.2 Wasserkraftanlage Alsleben

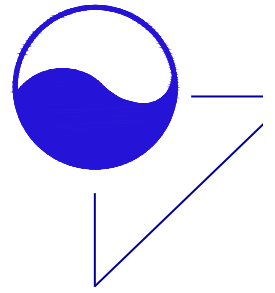
Die Wasserkraftanlage Alsleben schließt sich linksseitig unmittelbar an das Wehr an. Sie stellt gleichwohl ein Ausleitungskraftwerk dar, da das benutzte Wasser über einen Untergraben abgeführt wird und erst nach ca. 200 m wieder in das Mutterbett der Saale einmündet.

Die WKA Alsleben kann 30 m³/s der Saale zur Elektroenergieerzeugung nutzen.

An der WKA gibt es Vorrichtungen für den Fischabstieg und eine Fischaufstiegsanlage, die unterwasserseitig am Turbinenaustritt im Betriebsgraben angebunden ist.

3.4.3 Schleuse

Rechtsseitig vom Wehr, ca. 175 m oberhalb, zweigt der Schleusenkanal vom Mutterbett der Saale ab. Der Schleusenkanal ist ca. 750 m lang und ca. 50 m breit. Die Schleuse befindet sich ca. in der Mitte des Kanals.



Über die Schleuse führt (am Unterhaupt) eine Straßenbrücke. **Diese Brücke wurde jüngst neu errichtet und ist nicht lastbegrenzt.** Über die Brücke erfolgt die Zufahrt auf die Schleuseninsel und zur Pregelmühle.

3.4.4 Bauwerke am Vorhabensstandort

Der unmittelbare Vorhabensstandort ist geprägt von den alten Grund- und Begrenzungsmauern des früheren Mühlenensembles. Das eigentliche Mühlengebäude ist nicht mehr vorhanden, wohl aber frühere Nebengebäude, die jetzt als Wohnhäuser (Mehrparteienhäuser) genutzt werden. Daneben gibt es zahlreiche kleinere Schuppen und Gartenhäuser, die nahezu alle benutzt werden.

Auffällig ist der ca. 4 m breite Flutkanal. Dieser durchschneidet den rechten, vergleichsweise hohen und massiven Uferbereich, so dass unmittelbar neben dem Wehr nur ein vergleichsweise kleines, massives und trutziges Wehrwiderlager existiert (Breite ca. 8 m). Auf diesem Wehrwiderlager befindet sich derzeit ein Strommast. Dieser soll in naher Zukunft durch den Netzbetreiber demontiert werden.

Die Situation im geplanten Baubereich ist in den nachfolgenden Abbildungen zu sehen.



Abb. 1 Blick vom Oberwasser auf den Vorhabensstandort mit dem Strommast auf dem Wehrwiderlager

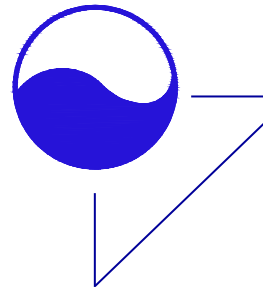
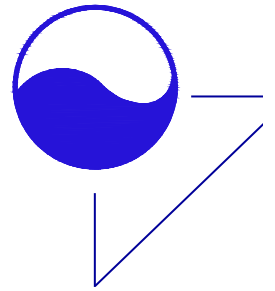


Abb. 2 Flutkanal



Abb. 3 Blick vom Unterwasser in den Flutkanal und auf das Wehrwiderlager



3.5 Baugrundverhältnisse

In Vorbereitung der Vorhabensrealisierung wurde eine Baugrunduntersuchung durchgeführt. Im vorgesehenen Baufeld wurden Erkundungsbohrungen, Rammkern- und Rammsondierungen niedergebracht und deren Ergebnisse ausgewertet.

Die Gutachter kommen zu dem Ergebnis, dass ungefähr auf Gründungsniveau des geplanten Kraftwerksneubaus der tragfähige Untergrund (Sand- und Tonstein) ansteht. Insgesamt werden Baugrundverhältnisse attestiert, die dem Bauvorhaben nicht entgegenstehen.

Hinsichtlich weiterer Aussagen zu den Baugrundverhältnissen sei auf das beiliegende Gutachten verwiesen.

Anhang 4 Baugrundgutachten

3.6 Hydrologische Ausgangssituation

3.6.1 Abflussdaten

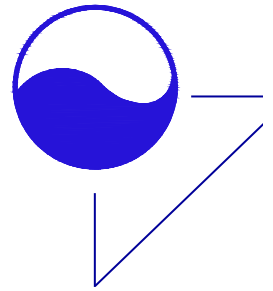
Die Saale ist am Vorhabenstandort ein ständig wasserführendes Fließgewässer. Die Angaben der Abflussmenge basieren auf den amtlichen Angaben für den Pegel Bernburg für die Zeit von 1991 bis 2015 (Daten vom Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft). Die Einzugsgebietsgröße der Saale am Pegel Bernburg beträgt 19.660 km². Am Vorhabenstandort (Wehr Alsleben) entspricht der Saaleabfluss einem Einzugsgebiet von 18.865 km². Mit dem Einzugsgebietsfaktor von $f_{AE} = 0,96$ wurden die Abflussdaten von Bernburg auf Alsleben übertragen.

Folgende Hauptzahlen sind auf der entsprechenden Jahrbuchseite genannt:

	UP Bernburg			Wehr Alsleben		
NQ	18,1	m ³ /s		17,4	m ³ /s	
MNQ	39,3	m ³ /s		37,7	m ³ /s	
MQ	91,2	m ³ /s		87,5	m ³ /s	
MHQ	360,0	m ³ /s		345,4	m ³ /s	
HQ	940,0	m ³ /s		902,0	m ³ /s	

Die für die Fischdurchgängigkeit relevanten Abflüsse betragen:

$Q_{du\ 30}$	41,3	m ³ /s	39,6	m ³ /s
$Q_{du\ 330}$	167,0	m ³ /s	160,2	m ³ /s



Am Standort darf die Wasserkraftanlage Alsleben mit maximal 30 m³/s Nutzwassermenge betrieben werden, unter der Maßgabe, dass vorrangig ausreichend Wasser für die Schleuse zur Verfügung steht.

Weiterhin müssen immer mindestens 10 m³/s als Mindestwasser über das Wehr fließen und ca. 1,5 m³/s als Beaufschlagung für die Fischwege bereitgestellt werden.

3.6.2 Oberwasserstände

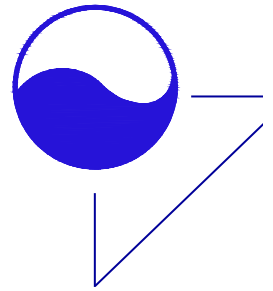
Die Wasserstände oberhalb des Wehres stellen sich in Abhängigkeit von der Wasserführung der Saale dynamisch ein. Auf Grund der Pegelaufzeichnungen der Schleuse Alsleben (Oberpegel) sind die Wasserstände über einen langen Zeitraum bekannt. Vom Wasser- und Schifffahrtsamt wurden die aktuellen Pegeldata des Oberpegels zur Verfügung gestellt (01.01.2006 bis 31.08.2016). Sie liegen im Höhensystem DHHN 1992 vor und wurden in das aktuelle Höhensystem DHHN 2016 umgerechnet.

Die Wasserstände schwankten in diesem Zeitraum zwischen 64,11 m ü. NHN und 67,02 m ü. NHN. Das arithmetische Mittel des Oberwasserstandes im genannten Zeitraum liegt bei 64,41 m ü. NHN.

Über einen zeitlichen Abgleich (Zuordnung der Wasserstandes [Tagesmittel] zu dem zugehörigen Abfluss [Tagesmittel] an diesem Tag wurde ermittelt, welche Wasserstände im Oberwasser bei den signifikanten Abflussdaten (vgl. Abschnitt 3.6.1) auftreten.

Tab. 1 Wasserspiegellagen Oberwasser Schleuse Alsleben

	Abfluss am Wehr Alsleben [m³/s]	Oberwasserspiegel [m ü. NHN]
NQ	17,4	64,16
MNQ	37,7	64,16
MQ	87,5	64,39
MHQ	345,4	65,34
HQ	902,0	67,02
Q _{du30}	39,6	64,17
Q _{du330}	160,2	64,68



3.6.3 Unterwasserstände

Wie im Oberwasser stellen sich auch die Unterwasserstände in Abhängigkeit vom Saaledurchfluss ein.

Auf Grund der langen Fließstrecke mit dem entsprechenden Fließgefälle können die Pegelaufzeichnungen des Wasserstandes (Unterpegel der Schleuse Alsleben) nicht direkt als Unterwasserwerte für das Vorhaben (= Unterwasserwerte am Wehr) herangezogen werden. So lag zum Beispiel am Tage der aktuellen Vermessung (19.09.2016; $Q_{\text{Saale}} = 76 \text{ m}^3/\text{s}$) der Unterwasserstand am Pegel (UP Schleuse) bei 60,63 m ü. NHN. Im Unterwasserbereich des Wehres hingegen wurde der Wasserspiegel mit 61,64 m ü. NHN gemessen. Es gibt hier also derzeit ein Fließgefälle von ca. 1 m zwischen dem Wehrunterwasser und dem Unterpegel. Ähnlich war es am 28.09.2016 bei einem Abfluss von $46 \text{ m}^3/\text{s}$. Überschlüssig lässt sich sagen, dass derzeit die Unterwasserspiegel lagen am Wehrfuß ca. 1 m über den Pegelwerten des Schleusen Unterpegels liegen.

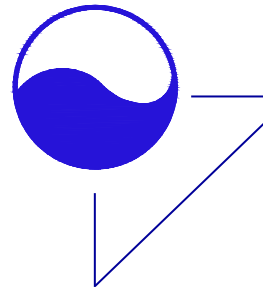
Über einen zeitlichen Abgleich (Zuordnung des Wasserstandes [Tagesmittel] zu dem zugehörigen Abfluss [Tagesmittel] an diesem Tag wurde ermittelt, welche Wasserstände im Unterwasser an der Schleuse (Unterpegel) bei den signifikanten Abflussdaten (vgl. Abschnitt 3.6.1) auftreten. Diese werden in der Spalte „Unterwasserspiegel UP Schleuse“ in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Tab. 2 Wasserspiegellagen Unterwasser Schleuse Alsleben und Wehrunterwasser - IST

	Abfluss am Wehr Alsleben [m³/s]	Unterwasserspiegel UP Schleuse [m ü. NHN]	Unterwasserspiegel Wehr - IST [m ü. NHN]
NQ	17,4	59,99	60,92
MNQ	37,7	60,11	61,11
MQ	87,5	60,73	61,73
MHQ	345,4	63,67	64,22
HQ	902,0	66,63	66,82
Q_{du30}	39,6	60,13	61,13
Q_{du330}	160,2	62,73	62,73

In der letzten Spalte der Tab. 2 werden die überschlägig ermittelten IST-Wasserstände unterhalb des Wehres mit angegeben. Eine genauere Angabe ist nur schwer möglich, da sich unterhalb des Wehres eine turbulente Gefällestrecke mit Fließhindernissen anschließt.

Im Planzustand wird es hier zu Veränderungen kommen, da die Gefällestrecke / Fließhindernisse durch den Bau der Wasserkraftanlage beseitigt werden.



4 Vorhabensbeschreibung

4.1 Allgemeine Angaben zum Vorhaben

In der Überarbeitung der Planung unter Berücksichtigung der Einwendungen und Nachforderungen aus den Stellungnahmen der Träger öffentlicher Belange hat sich ein Konzept für die Realisierung des Vorhabens ergeben, das wesentlich geringere negative Auswirkungen auf Natur und Umwelt haben wird.

Insbesondere die Beibehaltung der rechtlich festgesetzten Mindestwehrüberströmung von 10 m³/s sowie das Konzept mit einer dynamischen Stauhaltung in Anlehnung an die IST-Wasserstände im Oberwasser verringern die Auswirkungen sowohl im Unterwasser- als auch im Rückstaubereich des Wehres Alsleben wesentlich.

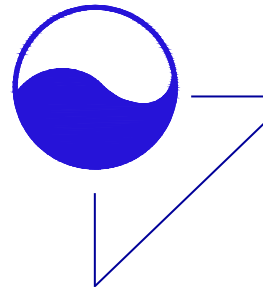
Zudem wurde hinsichtlich Fischschutz und Fischabstieg auf das bewährte System mit horizontalem Leitrechen nach GLUCH und EBEL umgestellt und so eine signifikante Verbesserung erzielt.

Wesentlich zu nennen ist, dass der Antragsteller auch der Betreiber der WKA Alsleben ist. Es ist beabsichtigt, die Beaufschlagung der WKA Alsleben zugunsten der WKA Preßelmühle zu reduzieren.

Dies wird sich positiv auf den Fischschutz und die Durchgängigkeit auf der linken Flussseite, an der WKA Alsleben auswirken, da die hydraulischen Bedingungen im An- und Abstrom verbessert werden.

4.1.1 Ausbauparameter der Wasserkraftanlage

Turbinentechnik	2 vertikale Kaplanturbinen
	Laufdurchmesser: 2,65 m
	Umdrehungszahl: 100 U/min
	Anzahl Laufradflügel: 4
Nutzwassermenge	2 x 25 m ³ /s
Fallhöhe	3,11 m brutto (bei MQ)
Leistung	ca. 1,35 MW
Jahresproduktion	ca. 7.000 MWh/a



4.1.2 Turbinenhaus

Das Turbinenhaus wurde entsprechend der Vorgaben des Turbinenherstellers unter Berücksichtigung der Bereitstellung von notwendigen Montageflächen dimensioniert. Die Höhe des Turbinenhauses ergibt sich aus der erforderlichen Kranarbeitshöhe.

4.1.3 Turbinenwärterhaus

Rechts neben der Wasserkraftanlage, im Zufahrtsbereich soll ein Gebäude errichtet werden, das dem Turbinenwärter als Unterkunft dient und in dem auch die notwendigen Arbeitsmittel untergebracht werden.

4.1.4 Fischaufstiegsanlage

Geplant ist ein Schlitzpass. Dieser wurde entsprechend der örtlichen potentiellen Fischfauna (Barbenregion) dimensioniert. Die Nachforderungen der Stellungnahme der oberen Fischereibehörde wurden dabei mit berücksichtigt. Zudem erfolgte eine Anpassung der geometrischen und hydraulischen Parameter an die Vorgaben des aktuell gültigen Regelwerkes (DWA-Merkblatt 509).

Die Schlitzweite wurde auf 0,45 m erhöht. Der unterwasserseitige Einstieg am Saugrohrende wird bis auf die Höhe der Sohle des Untergrabens herunter geführt, um auch den sohlorientiert wandernden Fischen den Einstieg zu ermöglichen.

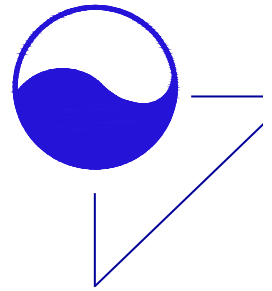
Weitere Ausführungen zum Fischaufstieg finden sich im Abschnitt 5.1.

4.1.5 Fischschutz

Für einen optimierten Fischschutz wird, wie von der oberen Fischereibehörde gefordert, ein horizontaler Leitreechen nach GLUCH und EBEL vor die Wasserkraftanlage gesetzt. Dieser wird einen lichten Stababstand von 10 mm aufweisen und damit ein sehr großes Spektrum an Fischen vom Einschwimmen in die Turbinen abhalten.

Fische, die diesen Rechen durchschwimmen können, unterliegen einem geringem Schädigungsrisiko (vgl. Abschnitt 5.4).

Die Aufstellung und Dimensionierung des Rechens erfolgten gemäß EBEL [1], siehe Abschnitt 5.3. Die entsprechenden hydraulischen Berechnungen finden sich ebenda.



4.1.6 Fischabstieg

Der Fischabstieg wird über einen seitlich am Ende des Leitrechens folgenden Bypass realisiert. Der Bypasskanal, der auch als Grundablass, zur Hochwasserentlastung sowie als Sunk- und Schwallausgleich dienen soll, wird im Regelfall durch eine Klappe in Form eines Stemmtors verschlossen. In diesem Stemmtor werden Öffnungen für die abstiegswilligen Fische belassen, und zwar eine an der Sohle und eine an der Oberfläche. Aussagen zur Dimensionierung der Abstiegsöffnungen finden sich im Abschnitt 5.2.

Im Bypasskanal wird ein absenkbares Bremswehr montiert, das dafür sorgen soll, dass die Wasserspiegelsprünge zwischen Ober- und Unterwasser moderat ausfallen. Damit werden adäquate Fließgeschwindigkeiten für den Fischabstieg geschaffen.

4.1.7 Wehraufsatz

Um auch im PLAN-Zustand die derzeitigen Wasserspiegellagen im Oberwasser in etwa nachfahren zu können, ist die Installation eines Aufsatzes auf dem Wehr notwendig. Ohne einen solchen Aufsatz würden die Wasserspiegellagen deutlich niedriger sein als im IST-Zustand, da sich infolge der zusätzlichen Wasserkraftnutzung der Wehrüberfall in den meisten Abflusssituationen verringert.

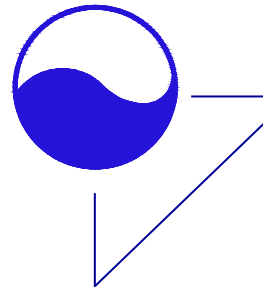
Der Aufsatz soll eine Höhe von 10 cm aufweisen und durchgehend auf dem Wehr aufgeschraubt werden. Die jetzige Wehrhöhe wird somit generell um 10 cm angehoben, wobei die Kronenform beibehalten wird (rechts tiefer als links). Auch in Fließrichtung soll es keine signifikante Änderung der Wehrform geben. Deshalb wird der Aufsatz die runde Wehrkrone in der Form nachbilden.

Der Wasserstand oberhalb des Wehres wird mit Hilfe der Turbinen so gesteuert, dass der Aufsatz im Regelfall immer mindestens mit der Höhe überströmt wird, dass die Mindestwassermenge ($10 \text{ m}^3/\text{s}$) in den Unterwasserbereich des Wehres abgegeben wird. Dabei soll das derzeitige Fließbild beibehalten werden, d. h. rechts soll deutlich mehr über das Wehr fließen als links. Bei höherer Wasserführung steigen die Wasserspiegellagen wie im IST-Zustand an.

4.1.8 Hochwasserneutralität / Sunk- und Schwallausgleich

a) Hochwasserneutralität

Mit dem beabsichtigten Aufbringen des festen Wehraufsatzes erhöht sich die Wehrkrone, der Abflussquerschnitt bei Hochwasser wird geringer. Zudem wird durch den Bau der Wasserkraftanlage das vorhandene, aber nicht mehr voll funktionsfähige Flutgerinne



verbaut. Als Ausgleich für diese Einschränkung des Hochwasserabflussquerschnitts wird der Grundablasskanal (= Bypass Fischabstieg) geschaffen.

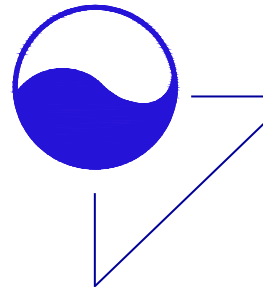
In Abschnitt 6.1 findet sich der rechnerische Nachweis für den Ausgleich des Abflussvermögens bei Hochwasser.

b) Sunk- und Schwallausgleich

Mit dem Grundablass wird zukünftig eine Möglichkeit gegeben sein, im Falle eines plötzlichen Betriebsstopps der Turbinen, das Wasser ins Wehrunterwasser abzuführen. In dem Maße, wie die Turbinen zufahren, wird der Grundablass geöffnet. Damit wird gewährleistet, dass es zu keinen Sunk- und Schwallscheinungen ober- oder unterhalb des Wehres kommt.

Der rechnerische Nachweis dazu findet sich in Abschnitt 6.2.

Als sehr positiver Nebeneffekt ist zu erwähnen, dass der Sunk- und Schwallausgleich auch für die bestehende WKA Alsleben geschaffen wird. Derzeit gibt es keine Möglichkeit, das Saalewasser bei Turbinenstopp der WKA Alsleben unverzüglich weiterzugeben.



4.2 Wasserspiegellagen Planzustand

4.2.1 Oberwasser - Planzustand

Auch zukünftig soll es am Wehr Alsleben kein festes Stauziel geben. Vielmehr sollen die bestehenden Oberwasserstände, die sich in Abhängigkeit vom Saaledurchfluss dynamisch einstellen, ähnlich nachgefahren werden. Veränderungen zum IST-Zustand sollen sich, bezogen auf die jeweiligen Durchflusssituationen, auf maximal 10 cm belaufen.

Um allerdings eine generelle Absenkung des Wasserspiegels oberhalb des Wehres infolge der zusätzlichen Turbinennutzung zu vermeiden, soll auf dem Wehr eine Erhöhung in Form eines festen Aufsatzes vorgenommen werden. Dadurch bedingt, werden die Wasserspiegellagen bei geringer Wasserführung leicht ansteigen (max. 10 cm). Bei mittlerer und höherer Wasserführung hingegen sollen die Wasserspiegellagen leicht sinken (ebenfalls um max. 10 cm).

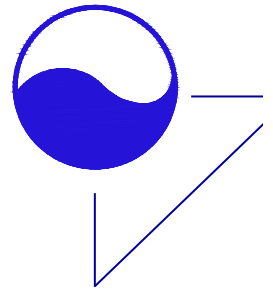
Tab. 3 Wasserspiegellagen Oberwasser Schleuse Alsleben – IST- und PLAN-Zustand

	Abfluss am Wehr Alsleben [m³/s]	Oberwasserspiegel IST [m ü. NHN]	Oberwasserspiegel PLAN [m ü. NHN]	Veränderung [m]
NQ	17,4	64,16	64,26	+ 0,10
MNQ	37,7	64,16	64,26	+ 0,10
MQ	87,5	64,40	64,33	- 0,07
MHQ	345,4	65,34	65,34	0
HQ	902,0	67,02	67,02	0
Q _{du30}	39,6	64,17	64,26	+ 0,10
Q _{du330}	160,2	64,68	64,60	- 0,08

Das geplante Steuerungsregime für die WKA Pregelmühle umfasst auch die Einbeziehung der Steuerung der WKA Alsleben. Beide Anlagen haben den gleichen Betreiber und sollen koordiniert betrieben werden. Dies ist erforderlich, um die vorgesehene Durchfluss-Wasserstands-Beziehung des Oberwasserspiegels am Wehr Alsleben auch realisieren zu können.

Anlage 2 zeigt das Steuerungsregime der Staustufe Alsleben für den PLAN-Zustand (im Vergleich zu den Oberwasserständen im IST-Zustand).

Anlage 2 Steuerungsregime Staustufe Alsleben



4.2.2 Unterwasser - Planzustand

Im PLAN-Zustand wird es Veränderungen im Unterwasserbereich des Wehres, speziell auf der rechten Flussseite, geben. Für den Turbinenauslauf wird hier die Flusssohle modifiziert. Dadurch wird die derzeit dort befindliche Gefällestrecke beseitigt.

Für die Planungen der Wasserkraftanlage und insbesondere auch für die Fischwege (Fischaufstieg und Fischabstieg) ist die Kenntnis der zukünftigen Wasserspiegellagen im Unterwasser von großer Bedeutung. Deshalb wurden hierzu Berechnungen durchgeführt.

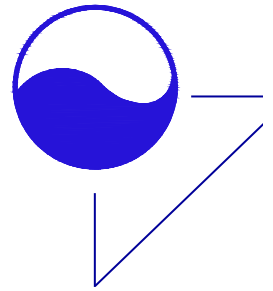
Mittels Spiegellinienberechnung unter Zuhilfenahme des Hydraulikprogramms REHM FLUSS 1-D wurden die Wasserspiegellagen unterhalb des Wehres bestimmt, wobei drei zuvor aufgenommene Profile im Bereich der Fließstrecke vom Wehr bis zum Zusammenfluss von Schleusenkanal und Mutterbett genutzt wurden.

Die Kalibrierung der Eingangsparameter erfolgte anhand von gemessenen Wasserspiegellagen bei bekannten Abflüssen. Dabei waren insbesondere die Abflussaufteilung am Standort mit Abfluss WKA Alsleben, Abfluss linke Flussseite, Abfluss rechte Flussseite sowie die Sohlrauigkeiten zu berücksichtigen. Zudem wurde beim ersten Profil in Fließrichtung eine leichte Modifizierung vorgenommen, damit die neuen Verhältnisse nach Bau und Inbetriebnahme der Wasserkraftanlage eingerechnet werden konnten (im Unterwasserbereich der Wasserkraftanlage wird es zu Eintiefungen in der Flusssohle kommen – Turbinenausstrom).

Tab. 3 Wasserspiegellagen Unterwasser Schleuse Alsleben und Wasserkraftanlage - PLAN

	Abfluss am Wehr Alsleben [m³/s]	Unterwasserspiegel UP Schleuse [m ü. NHN]	Unterwasserspiegel Wasserkraftanlage [m ü. NHN]
NQ	17,4	59,99	60,53
MNQ	37,7	60,11	60,58
MQ	87,5	60,73	61,28
MHQ	345,4	63,67	63,89
HQ	902,0	66,63	66,82
Q _{du30}	39,6	60,13	60,62
Q _{du330}	160,2	61,73	62,08

Tab. 3 zeigt die Wasserspiegellagen unterhalb des Wehres, also auch im Unterwasserbereich der Wasserkraftanlage. Die Unterwasserspiegel am Unterpegel der Schleuse werden nicht verändert.



4.3 Steuerungsregime der Wasserkraftanlage und der Staustufe

Grundkonzept der Anlagensteuerung ist die Nutzung des zur Verfügung stehenden Wassers der Saale (nach Abzug des Wassers für die Wehrüberströmung [Mindestwasser], des Wassers für die Fischwege, des Wassers für den Schleusenbetrieb sowie des Wassers für den Betrieb der WKA Alsleben) unter weitgehender Beibehaltung der derzeitigen Wasserspiegellagen oberhalb des Wehres.

Dazu wird die Anlagensteuerung, ständig mit Informationen von Messsonden über die Wasserspiegellagen im Ober- und Unterwasser sowie über die Turbinendurchflussmengen versorgt. Aus diesem Datenaufkommen kann die Steuerung dann das aktuelle Wasserdargebot bestimmen und entsprechend den Oberwasserstand regulieren. Entsprechend der in Abschnitt 3.6.2 und Anlage 2 dargestellten Vorgabetabelle für die zugehörigen Wasserstände im Oberwasser besitzt die Anlagensteuerung immer ausreichend Daten für die Zielvorgabe Wasserspiegel. Dieser wird dann in erster Linie mit den aktuellen Turbinenschluckvermögen von WKA Alsleben und WKA Pegelmühle einreguliert. Erst wenn die Turbinenanlagen zur Steuerung nicht ausreichen, wird die Freifluterklappe der WKA Pegelmühle hinzugezogen. Die Steuerungen der beiden Wasserkraftanlagen werden dazu miteinander verknüpft.

Die Wasserkraftanlage Pegelmühle soll mit zwei Kaplan-Turbinen mit einer Schluckleistung von jeweils 25 m³/s ausgerüstet werden. Für den Betrieb einer solchen Turbine ist eine Wassermenge von mindestens ca. 20 % des Turbinenschluckvermögens, also hier mindestens 5,0 m³/s erforderlich.

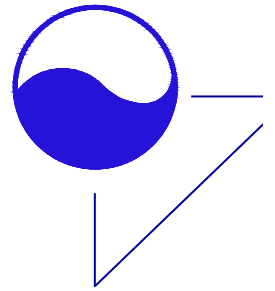
Die WKA Alsleben verfügt über eine Kaplan-Turbine mit einem Schluckvermögen von 30 m³/s. Hier sind also mindestens 6 m³/s für den Betrieb erforderlich. Zukünftig soll die WKA Alsleben mit nur noch 20 m³/s betrieben werden.

Beide Wasserkraftanlagen werden automatisch, wasserstandsabhängig gesteuert. Vorgegebene Sollwasserstände werden eingehalten, indem die Durchflussmengen der Turbinen entsprechend reguliert werden. Vorrang haben dabei die Mindestüberströmungsmenge über das Wehr (10 m³/s) sowie die Beaufschlagung der Fischwege beider Wasserkraftanlagen.

Zur Darstellung des Steuerungsregimes wurde eine Übersichtstabelle erstellt, die in Abhängigkeit von den Abflussmengen am Saalewehr Alsleben die Abflussanteile durch die einzelnen Teilstränge wiedergibt (Anlage 2).

Anlage 2 Steuerungsschema Staustufe

Die Saaledurchflüsse der Steuertabelle basieren auf den amtlichen Angaben für den Pegel Bernburg für die Zeit von 1991 bis 2015 und wurden auf den Vorhabenstandort umgerechnet (vgl. Abschnitt 3.6.1).



Vom Saalezufluss abgezogen wurde grundsätzlich der Abflussanteil der regelmäßig über die Wehrkrone abzugeben ist ($10 \text{ m}^3/\text{s}$). Weiterhin war immer der Abflussanteil für die Fischwege zu beachten. Dieser nimmt bei höheren Durchflüssen auf Grund der höheren Wasserstände zu.

Das zusätzliche Stützwasser für die zweite Anbindung der Fischaufstiegsanlage, das über eine Bypassleitung abgeführt wird (ca. 300 l/s), wurde bei der Menge Fischaufstieg Pregelmühle mit eingerechnet.

Die Steuerungsmimik im Falle, dass die WKA Pregelmühle komplett außer Betrieb ist, wurde separat dargestellt (Anlage 2a). Wenn die WKA außer Betrieb ist, sind die Rohrleitungen, die den Leitstrahl erzeugen und Fische zum Fischaufstiegseinstieg locken sollen in Betrieb zu nehmen.

Anlage 2a Steuerungsschema Staustufe bei Betriebsunterbrechung WKA Pregelmühle

Nach Abzug genannten Teilmengen verbleibt eine Abflussmenge, die für die Benutzung in den Wasserkraftanlagen Alsleben und Pregelmühle zur Verfügung steht. [Das Wasser für die Schleuse Alsleben wurde nicht explizit betrachtet. Der Vorrang der Schleuse vor den Wasserkraftanlagen wird durch die wasserstandsabhängige Steuerung der Turbinen gewährleistet. Die Turbinen reduzieren den Durchfluss, wenn der Oberwasserstand beim Füllen der Schleuse zu sinken beginnt. Diese Veränderungen sind allerdings marginal und kaum zu erfassen.]

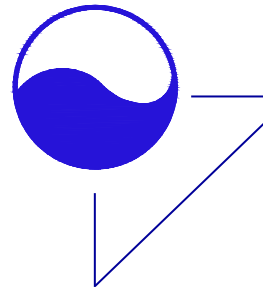
Nachfolgend werden signifikante Abflussszenarien an der Staustufe mit den zugehörigen Wasserspiegellagen und Teilabflüssen in den Einzelsträngen erläutert.

4.3.1 Szenario Niedrigwasser NQ

Bei diesem Szenario, dass nach der Statistik an lediglich einem Tag pro Jahr auftritt, beträgt der Saaleabfluss am Wehr Alsleben $17,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach Abzug des Mindestwassers über die Wehrkrone und des Durchflusses durch die Fischwege verblieben noch $5 \text{ m}^3/\text{s}$ für die Wasserkraftnutzung. Das ist zu wenig für den Betrieb der hier installierten Turbinen.

Deshalb ist sowohl die WKA Alsleben als auch die WKA Pregelmühle außer Betrieb. In diesem Falle würden die neuen Lockstromleitungen in Betrieb gehen ($Q = \text{ca. } 3 \text{ m}^3/\text{s}$) und Fische zum Fischaufstieg locken.

Über das Wehr fließen dann noch ca. $12 \text{ m}^3/\text{s}$.



4.3.2 Szenario Start WKA Pregelmühle (unterer Grenzwert Abflussmenge)

Dieses Szenario tritt bei einem Abflusswert von 24 m³/s in der Saale ein (Gemäß Dauerzahlen dü = 364).

Nach Abzug der Abflussmenge über das Wehr (10 m³/s) verbleiben 14 m³/s am Vorhabenstandort. Bei dieser Wasserführung soll der Oberwasserstand zukünftig bei 64,26 m ü. NHN liegen, was 10 cm über dem derzeitigen Wasserstand liegt.

Bei diesem Oberwasserspiegel fließt eine Wassermenge von 0,53 m³/s durch den Fischaufstieg an der WKA Alsleben und 0,89 m³/s durch den Fischaufstieg an der WKA Pregelmühle.

Durch den Fischabstieg an der WKA Alsleben gehen 0,1 m³/s und durch den an der WKA Pregelmühle 0,98 m³/s.

Die WKA Alsleben soll in diesem Szenario mit 6 m³/s betrieben werden.

Insgesamt liegt damit die für die WKA Pregelmühle verfügbare Wassermenge bei 5,4 m³/s, was für den Turbinenbetrieb ausreicht.

$$Q_{WKA\ PM} = Q_{Zufluss} - Q_{Wehr} - Q_{FAA\ SM} - Q_{FAA\ PM} - Q_{FAB\ SM} - Q_{FAB\ PM} - Q_{WKA\ SM}$$

$$Q_{WKA\ PM} = 23,8 - 10 - 0,53 - 0,89 - 0,10 - 0,98 - 6$$

$$Q_{WKA\ PM} = 5,3\ m^3/s$$

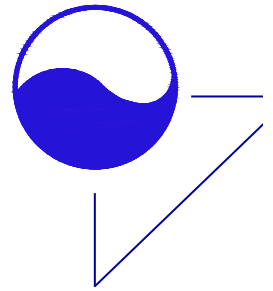
Mit	$Q_{WKA\ PM}$	für WKA Pregelmühle verfügbare Wassermenge
	$Q_{Zufluss}$	Zufluss Saale
	Q_{Wehr}	Mindestwasser über das Wehr
	$Q_{FAA\ SM}$	Abfluss über Fischaufstieg WKA Alsleben
	$Q_{FAA\ PM}$	Abfluss über Fischaufstieg WKA Pregelmühle (einschl. Bypass)
	$Q_{FAB\ SM}$	Abfluss über Fischabstieg WKA Alsleben
	$Q_{FAA\ PM}$	Abfluss über Fischabstieg WKA Pregelmühle
	$Q_{WKA\ SM}$	Abfluss WKA Alsleben

4.3.3 Szenario Q_{du30} ($\triangleq Q_{dü335}$)

Der Saaleabfluss beträgt am Wehr Alsleben bei diesem Szenario 39,6 m³/s.

Nach Abzug der Abflussmenge über das Wehr (10 m³/s) verbleiben 29,6 m³/s am Vorhabenstandort. Bei dieser Wasserführung wird der Oberwasserstand zukünftig bei 64,26 m ü. NHN liegen, was 9 cm über derzeitigen Wasserspiegellage liegt.

Bei diesem Oberwasserspiegel fließt eine Wassermenge von 0,53 m³/s durch den Fischaufstieg an der WKA Alsleben und 0,89 m³/s durch den Fischaufstieg an der WKA Pregelmühle.



Durch den Fischabstieg an der WKA Alsleben gehen $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und durch den an der WKA Pregelmühle $0,98 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die WKA Alsleben soll in diesem Szenario mit $20 \text{ m}^3/\text{s}$ betrieben werden.

Insgesamt liegt damit die für die WKA Pregelmühle verfügbare Wassermenge bei $7,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_{WKA \text{ PM}} = Q_{\text{Zufluss}} - Q_{\text{Wehr}} - Q_{FAA \text{ SM}} - Q_{FAA \text{ PM}} - Q_{FAB \text{ SM}} - Q_{FAB \text{ PM}} - Q_{WKA \text{ SM}}$$

$$Q_{WKA \text{ PM}} = 39,6 - 10 - 0,53 - 0,89 - 0,10 - 0,98 - 20$$

$$Q_{WKA \text{ PM}} = 7,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.4 Szenario MQ ($\triangleq Q_{d\ddot{u}119}$)

Der Saaleabfluss beträgt am Wehr Alsleben bei diesem Szenario $87,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Da noch nicht ausreichend Wasser zur Verfügung steht, ist die WKA Pregelmühle nicht ganz voll beaufschlagt (WKA Pregelmühle = $47 \text{ m}^3/\text{s}$). Die WKA Alsleben läuft mit $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bei dieser Wasserführung wird der Oberwasserstand zukünftig bei $64,33 \text{ m ü. NHN}$ liegen, was 7 cm unter der derzeitigen Wasserspiegellage liegt.

Bei diesem Oberwasserspiegel fließt eine Wassermenge von $0,57 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Alsleben und $0,91 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Pregelmühle.

Durch den Fischabstieg an der WKA Alsleben gehen $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und durch den an der WKA Pregelmühle $1,13 \text{ m}^3/\text{s}$.

Über das Wehr müssen $18 \text{ m}^3/\text{s}$ abgegeben werden, um die notwendige Überspiegelungshöhe zu gewährleisten, damit die gewünschte Wasserspiegellage eingehalten wird. Damit verbleiben $47 \text{ m}^3/\text{s}$ für die WKA Pregelmühle.

$$Q_{WKA \text{ PM}} = Q_{\text{Zufluss}} - Q_{\text{Wehr}} - Q_{FAA \text{ SM}} - Q_{FAA \text{ PM}} - Q_{FAB \text{ SM}} - Q_{FAB \text{ PM}} - Q_{WKA \text{ SM}}$$

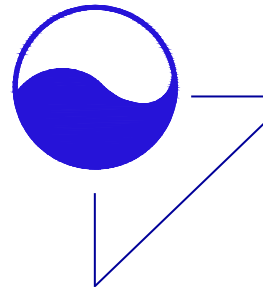
$$Q_{WKA \text{ PM}} = 87,5 - 18 - 0,57 - 0,91 - 0,10 - 1,18 - 20$$

$$Q_{WKA \text{ PM}} = 47 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.5 Szenario Vollast WKA Pregelmühle

Die geplante WKA Pregelmühle kann ab einem Saalezufluss von $103 \text{ m}^3/\text{s}$ in Vollast betrieben werden. Das ist im Mittel an 90 Tagen im Jahr der Fall ($Q_{d\ddot{u} 90} \triangleq Q_{d\ddot{u} 275}$).

Damit der Oberwasserstand nicht zu sehr absinkt (maximale Absenkung gegenüber IST-Zustand = 10 cm) muss eine bestimmte Durchflussmenge über die Wehrkrone abgeführt werden. Als Maß bei diesem Szenario wurde eine notwendige Überströmungshöhe von



im Mittel $h_{\text{ü}} = 25 \text{ cm}$ ermittelt. Bei der geplanten mittleren Wehrkronenhöhe von $64,11 \text{ m ü. NHN}$ wäre dann ein Oberwasserstand von $64,35 \text{ m ü. NHN}$ gegeben. Das wären 10 cm weniger als im IST-Zustand ($64,45 \text{ m ü. NHN}$ bei diesem Abflussszenario).

Das bedeutet, dass ca. $30 \text{ m}^3/\text{s}$ über das Wehr fließen müssen.

Somit verbleiben $73 \text{ m}^3/\text{s}$ am Vorhabenstandort.

Bei diesem Oberwasserspiegel fließt eine Wassermenge von $0,59 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Alsleben und $0,93 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Pregelmühle.

Durch den Fischabstieg an der WKA Alsleben gehen $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und durch den an der WKA Pregelmühle $1,08 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die WKA Alsleben soll in diesem Szenario mit $20 \text{ m}^3/\text{s}$ betrieben werden.

Insgesamt liegt damit die für die WKA Pregelmühle verfügbare Wassermenge bei $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

$$Q_{\text{WKA PM}} = Q_{\text{Zufluss}} - Q_{\text{Wehr}} - Q_{\text{FAA SM}} - Q_{\text{FAA PM}} - Q_{\text{FAB SM}} - Q_{\text{FAB PM}} - Q_{\text{WKA SM}}$$

$$Q_{\text{WKA PM}} = 103 - 30 - 0,59 - 0,93 - 0,10 - 1,08 - 20$$

$$Q_{\text{WKA PM}} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.3.6 Szenario $Q_{\text{du330}} (\triangleq Q_{\text{dü35}})$

Der Saaleabfluss beträgt am Wehr Alsleben bei diesem Szenario $160,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Da ausreichend Wasser zur Verfügung steht, sind beide Wasserkraftanlagen in Betrieb. Die WKA Alsleben kann weiterhin noch $20 \text{ m}^3/\text{s}$ verarbeiten, da sie bereits reduziert läuft. Der Durchfluss bei der WKA Pregelmühle ist mit Ausbaugröße möglich ($Q_{\text{WKA PM}} = \text{ca. } 50 \text{ m}^3/\text{s}$).

Bei dieser Wasserführung wird der Oberwasserstand zukünftig bei $64,60 \text{ m ü. NHN}$ liegen, womit der Wasserspiegel 8 cm unter dem IST-Zustand liegt.

Bei diesem Oberwasserspiegel fließt eine Wassermenge von $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Alsleben und $1,05 \text{ m}^3/\text{s}$ durch den Fischaufstieg an der WKA Pregelmühle.

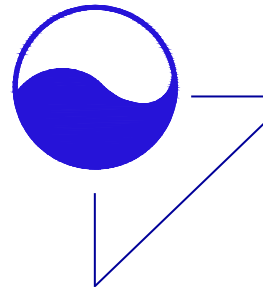
Durch den Fischabstieg an der WKA Alsleben gehen $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ und durch den an der WKA Pregelmühle $1,94 \text{ m}^3/\text{s}$.

Somit verbleiben ca. $86 \text{ m}^3/\text{s}$, die über das Wehr abfließen

$$Q_{\text{WKA PM}} = Q_{\text{Zufluss}} - Q_{\text{Wehr}} - Q_{\text{FAA SM}} - Q_{\text{FAA PM}} - Q_{\text{FAB SM}} - Q_{\text{FAB PM}} - Q_{\text{WKA SM}}$$

$$Q_{\text{WKA PM}} = 160,2 - 86 - 0,74 - 1,05 - 0,10 - 1,94 - 20$$

$$Q_{\text{WKA PM}} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$$



4.3.7 Hohe Wasserführung

Die Turbine wird, solange ausreichend Fallhöhe gegeben ist und keine Schäden durch das Hereinziehen von größeren Geschiebemengen oder dem Verlegen des Rechs durch Treibzeug zu befürchten sind, auch bei höherer Wasserführung betrieben. Als obere Grenze lässt sich ein Saalezufluss von ca. 300 m³/s benennen, bei der die Fallhöhe bereits deutlich zurückgegangen ist. Bei einer Fallhöhe von ca. 1 m schaltet sich die Turbinenanlage automatisch ab.

Bei diesen Abflussmengen fließt bereits ein Großteil über das Saalewehr ab. Die Fischwanderung ist weitgehend eingestellt und muss, da weit jenseits von Q_{du330} , nicht mehr beachtet werden. Gleichwohl wären die Fischwege immer noch geöffnet und für kräftige Schwimmer durchwanderbar.

Bei dieser Wasserführung, wenn der Turbinenbetrieb eingestellt ist, wird der Bypass am Kraftwerk geöffnet, um die Abflusskapazität am Standort zu erhöhen und um Geschiebeablagerungen im Zulaufkanal der WKA zu verhindern.

Der beschriebene Zustand umfasst auch den Abflussfall MHQ (345 m³/s).

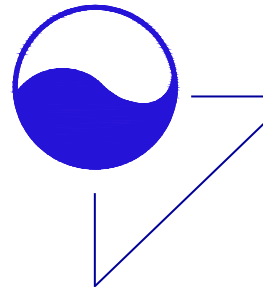
4.4 Umgang mit Treibgut

Das Konzept des Fischschutzes und des Fischabstieges mittels horizontalem Leitreechen sieht eine Weiterleitung des größten Teils des Treibzeugs vor. Dies ist aus gewässerökologischer Sicht auch sinnvoll, da dieses (weitgehend) organische Material eine Lebens- und Nahrungsgrundlage für aquatische Organismen darstellt.

Größeres Treibzeug wie große Äste oder Wurzeln, die die ständig offene Fischabstiegsöffnung nicht passieren können, werden entnommen und ordnungsgemäß entsorgt.

Sofern im Treibzeug Zivilisationsmüll entdeckt wird, ist dieser ebenfalls einzusammeln und zu entsorgen.

Sofern sich Treibzeug auf dem Wehr verlegt, muss wie im IST-Zustand vorgegangen werden. Hierzu wird es mit dem Vorhaben keine Verschlechterung geben. Auch derzeit kann Treibzeug, dass sich auf das Wehr legt, nur von Booten aus entfernt werden. Es sei denn, das Treibzeug wird durch höhere Wasserführung mitgenommen oder der entsprechende Bereich ist fußläufig vom linken Ufer her erreichbar.



4.5 Erforderliche Maßnahmen

4.5.1 Zuwegung zum Vorhabenbereich

Die Zuwegung zum Baubereich (und später zur Wasserkraftanlage) erfolgt über die öffentliche Straße „Dorfstraße“ in Mukrena, rechtsseitig des Schleusenkanals gelegen. Die Straße quert den Schleusenkanal im Bereich des Untertors über eine neue Brücke ohne Lasteinschränkung.

~~Ein Brückenneubau ist in Planung und soll im Sommer 2019 fertig gestellt werden. Je nach zeitlichem Ablauf des wasserrechtlichen Verfahrens und des Brückenneubaus, kann diese neue Brücke (die nicht mehr lasteingeschränkt sein wird) für das Bauvorhaben genutzt werden. Sollte die Brücke zum Baubeginn noch nicht fertiggestellt sein, wird die vorhandene Behelfsbrücke genutzt, wobei die Baufahrzeuge entsprechend der Lastbegrenzung eingeschränkt werden. Schwerere Technik oder Lasten werden dann per Schiff zum Baubereich gebracht (ab Schiffswerft Fischer in Mukrena).~~

Nach der Brücke erfolgt die Zuwegung über die öffentliche Straße „Pregelmühle“ und im weiteren Verlauf über die Hofeinfahrt der Wohnanlage.

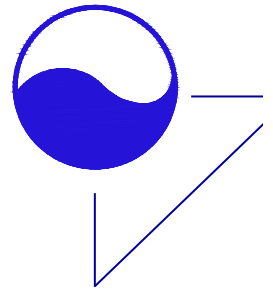
Eine zusätzliche Einfahrt in den Baubereich wird von der Unterwasserseite her geschaffen. Hier wird eine Rampe vom Ufergelände neben der Straße „Pregelmühle“ zum Saa-leflussbett unterhalb des Wehres erstellt, wobei hier dann ein Fahrdamm parallel zur Uferlinie in den Bereich der Baugrube führt.

4.5.2 Freimachung des Baufeldes

Im Bereich des Baufeldes befinden sich derzeit diverse Kleingärten mit Gartenhäusern. Diese wurden ohne Genehmigung auf den jetzt im Eigentum des Vorhabenträgers befindlichen Grundstücken errichtet. Bislang wurden die Kleingärten mit den Gebäuden geduldet. Die Nutzer sind allerdings darüber informiert, dass hier eine Baumaßnahme durchgeführt wird, und dass die Gärten daher weitgehend geräumt werden müssen.

Der Vorhabenträger will den Anwohnern der Wohnhäuser an der Pregelmühle (Nutzer der Gärten), soweit es die baulichen Ansprüche zulassen, entgegen kommen und Flächen, die für sein Vorhaben nicht benötigt werden auch einer zukünftigen Gartennutzung zur Verfügung stellen. Gespräche dazu hat es bereits gegeben. Gleichwohl werden wohl die meisten der Gartenhäuser abgerissen werden müssen.

Auch die vorhandene Vegetation im Baufeld muss beseitigt werden, um Baufreiheit zu erlangen. Die Gartennutzer sollen entsprechend rechtzeitig vor Baubeginn informiert werden, damit sie eventuell bestimmte Gartenpflanzen umsetzen können.



Neben den genannten Gärten wachsen im Baubereich und im Bereich der unterwasserseitigen Zuwegung zahlreiche Bäume. Es werden also Baumfällungen nötig werden. Dies betrifft vor allem den Bereich rechtsufrig unterhalb des Wehres. Hinsichtlich Umfang Beseitigung der Vegetation sei auf die beiliegende naturschutzfachliche Unterlage verwiesen, in der dazu ausgeführt wird und Kompensationsmaßnahmen dargestellt werden.

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen

Weiterhin befinden sich im Baubereich noch die Mauer- und Fundamentreste der ehemaligen Pregelmühle mit den Uferbefestigungen. Hierzu folgen Erläuterungen im Abschnitt 4.5.4 (Abbruchmaßnahmen). Gleiches gilt für den Mast und die Mittelspannungsleitung.

4.5.3 Baustelleneinrichtung

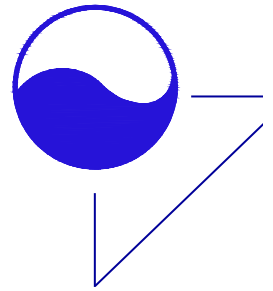
Die Baustelleneinrichtung soll sich auf dem Grundstück des Vorhabenträgers, rechts neben dem Baufeld befinden (vgl. Baustellenplan). Hier werden die Container und Arbeitsgeräte der Baufirma aufgestellt. Dieser Bereich ist hochwassersicher (HW 2013 erreichte diese Höhe nicht). Auch Material wird hier gelagert. Zudem wird hier der Turmdrehkran aufgestellt, der während der Bauzeit benutzt wird.

4.5.4 Abbruchmaßnahmen

Neben den in Abschnitt 4.3.2 genannten Beräumungsarbeiten der Kleingärten werden umfangreiche Abbrucharbeiten an den noch vorhandenen Mauer- und Fundamentresten der ehemaligen Pregelmühle mit den massiven Uferbefestigungen anfallen. Die Mauern, Fundamente und Pflasterungen bestehen aus meist großen Sandsteinquadern, die, soweit dies das Projekt fordert, beseitigt werden müssen.

Die Sandsteinquader werden gesondert aufgenommen und gelagert. Eine spätere Nutzung wird geprüft, evtl. bei diesem Vorhaben (Ufer- oder Sohlsicherung, Einbauten Fischaufstieg, Böschungsgestaltung).

Im Baubereich befindet sich derzeit ein Mittelspannungsmast. Dieser soll lt. Aussagen von dessen Besitzer/Betreiber ohnehin zurückgebaut werden. Der Rückbau, der für die Vorhabensrealisierung unabdingbar ist, erfolgt durch den Besitzer/Betreiber (Mitnetz Strom), wobei dieser die für das Wasserkraftprojekt geplante Zuwegung nutzen können soll. Abstimmungen hierzu sind im Gange.



Unter Gelände existiert noch (zum Teil verschlossen, zum Teil verschüttet) der frühere Mühlgraben /-kanal, jetzt quasi als Tunnel / Gewölbe. Da sich dieser im Baubereich befindet, ist vorgesehen, ihn zu verfüllen. Dies ist erforderlich, damit während der Baumaßnahme keine Schwerlastfahrzeuge einbrechen. Zudem kreuzt der Kanal das geplante Bauwerk. Die Herstellung einer definierten Baugrube für das Kraftwerk ist nur mit verfülltem Kanal möglich.

Der genaue Verlauf des Kanals und seine Kubatur wird während der Erstellung der Ausführungsplanung erkundet. Dann wird auch festgelegt, wie und mit welchem Material er verfüllt wird und ob diese Verfüllung auf ganzer Länge erforderlich ist.

4.5.5 Baugrubenumschließung

Eine Baugrubenumschließung ist notwendig, da das Bauwerk erheblich in die Tiefe geht. Für eine Baugrube mit Böschungen ist nicht ausreichend Platz vorhanden.

Nach derzeitigem Planungsstand soll eine Spundwand als Baugrubenumschließung eingebracht werden. Da allerdings im Untergrund zahlreiche Hindernisse vermutet werden (Holzunterbau der alten Pregelmühle, unbekannter Gewölbeverlauf des alten Mühlgrabens etc.) muss evtl. auf die aufwändigere Bohrpfahlwand als Baugrubenumschließung umgeschwenkt werden.

In beiden Fällen muss wasserseitig dafür ein Fahrdamm angelegt werden, auf dem die entsprechenden Baugeräte bewegt werden können (sowohl im Ober- als auch im Unterwasser).

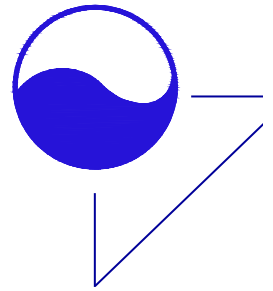
4.5.6 Baugrubenaushub

Der Aushub der Baugrube erfolgt nach Erstellung der Baugrubenumschließung. Gemäß Baugrundgutachten ist in erster Linie mit Sand- und Kies (mit hohem Steinanteil) zu rechnen. In Zwischenschichten wurden auch immer wieder bindige Sedimente angetroffen (Lehm, Schluff, Ton), allerdings mit geringerer Mächtigkeit.

Die Aushubmassen werden auf Schadstoffe überprüft und entsprechend der Klassifizierung entsorgt bzw. einer Weiterverwendung zugeführt. So werden geeignete Massen zur Hinterfüllung der Bauteile vor Ort genutzt.

4.5.7 Verwertung / Beseitigung von Abbruch- und Aushubmassen

Der Vorhabenträger wird sich bemühen, die anfallenden Abbruch- und Aushubmassen vor Ort im Rahmen der Baumaßnahme zu verwenden (Hinterfüllung der Bauteile, Befes-



tigung von Böschungen etc.). Soweit dies nicht möglich ist, werden Wege einer anderen Wieder- bzw. Weiterverwertung gesucht.

Die Entsorgung von Abbruch- und Aushubmassen steht nur im Notfall an, da teuer. Sie erfolgt, wenn die Massen belastet oder nicht für eine Wieder- bzw. Weiterverwertung geeignet sind.

4.5.8 Neubau Wasserkraftanlage und zugehörige bauliche Anlagen

Der Neubau der Wasserkraftanlage mit den zugehörigen Bauteilen erfolgt gemäß der Vorgaben der Ausführungsplanung im Wesentlichen in Stahlbetonbauweise. Entsprechend der Standsicherheitsnachweise des zuzuziehenden Tragwerksplaners werden massive Bodenplatten und Wände hergestellt.

Zur Ausführung der einzelnen Bauteile sei auf den Abschnitt 4.6 verwiesen.

4.5.9 Rückbau Baugrubenumschließung

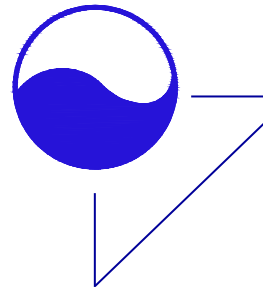
Sobald die Wasserkraftanlage und die zugehörigen Anlagenteile wie Horizontalrechen und Leerschussskanal fertiggestellt sind, wird die Baugrubenumschließung wieder entfernt. Spundwandprofile werden wieder gezogen oder, sofern sie vor Ort verbleiben sollen (z. B. als Kolkschutz oder verlorene Schalung), auf dem vorgesehenen Niveau abgeschnitten.

Anschließend können die Fahrdämme der Baufahrzeuge im Uferbereich wieder zurückgebaut werden. Das Material der Dämme wird abtransportiert.

4.5.10 Netzanbindung

Der Übergabepunkt für die erzeugte Energie ist im Bereich des oberwasserseitigen Schleusentores geplant (rechtsufrig des Schleusenkanals). Von der Wasserkraftanlage bis zu diesem Übergabepunkt wird ein 20 kV-Kabel verlegt. Der Verlauf des Kabels ist im Übersichtslageplan dargestellt. Es quert den Schleusenkanal im Oberwasserbereich in einem Düker und geht dann direkt zu den Wohnhäusern auf der Insel Pregelmühle und zur Wasserkraftanlage.

Eine neue Netzanbindung der Wohnhäuser ist ohnehin geplant und passt zeitlich gut zum hier beantragten Vorhaben. Abstimmungen dazu mit dem Netzbetreiber (MitNetz) sind im Gange. Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung als Eigentümer des Grundstücks Schleusenkanal ist ebenfalls beteiligt.



4.5.11 Installation Wehraufsatz

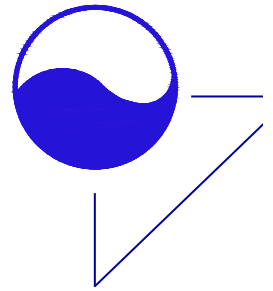
Die Installation des Wehraufsatzes stellt die zweite Ausführungsphase dar. Sie wird erst erfolgen, wenn die Wasserkraftanlage in Betrieb genommen worden ist, da mit der neuen Wasserkraftanlage die Möglichkeit gegeben sein wird, steuernd auf die Wasserspiegellagen oberhalb des Wehres einzuwirken (Absenkung um 20 cm während Montage).

Es ist geplant, die einzelnen Segmente des Wehraufsatzes direkt auf der vorhandenen Wehrkrone aufzuschrauben. Die Qualität der Betonoberfläche des Wehres lässt diese Vorgehensweise zu. Somit sind keine eingreifenden Arbeiten am Wehrkörper erforderlich.

~~Das Konzept zur Installation des Wehraufsatzes einschl. der Fundamentierung und Verankerung ist im beiliegenden Tragfähigkeitsnachweis beschrieben und nachgewiesen. Abstimmungen hierzu fanden mit dem Eigentümer des Wehres, der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes statt.~~

~~Anhang 6 — Tragfähigkeitsnachweise für die Montage des Wehraufsatzes~~

~~Details zur Ausführung Wehraufsatz werden in der Ausführungsplanung vorgelegt.~~



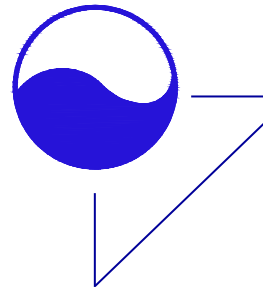
4.6 Konstruktive Parameter der geplanten Anlagenteile

4.6.1 Zulaufkanal

- Zweck:**
- Ableitung des Wassers aus der Saale
- Konstruktion:**
- Seitenwände und Bodenplatte aus Stahlbeton
- Abmessungen:**
- Breite Anfang 44,00 m
 - Breite Ende (vor dem Turbineneinlauf) 17,38 m
 - Länge (Mittelachse) ca. 25,00 m
 - OK Sohle am Anfang 60,59 m ü. NHN
 - OK Sohle am Ende 59,60 m ü. NHN
 - OK Seitenwände 66,50 m ü. NHN
- Ausstattung:**
- Horizontalrechen mit Rechenreiniger am Beginn
 - Aufteilung in zwei Turbineneinläufe am Ende
 - Einlassschütz vor jedem Turbineneinlauf
 - Führungsschienen für Dammtafeln vor jedem Turbineneinlauf
 - Stahlbetondecke über dem Zulaufkanal
 - Einstiegs Luke
 - 2 Ableitungen DN 600 für Leitstromwasser (mit Absperrschieber)
 - 1 Ableitung DN 300 für Zusatzwasser FAA (mit Absperrschieber)

4.6.2 Feinrechenanlage

- Zweck:**
- Fischschutz
 - Schutz der Turbine vor grobem Treibzeug
- Konstruktion:**
- horizontaler Leitrechen mit Stababstand 10 mm
 - schräge Aufstellung im Zulaufkanal, dadurch schräge Anströmung
 - mündet in seitlichem Spülkanal, durch den Fische absteigen
 - abgerundete Rechenstäbe
 - Aufstellung auf Leitwand



<u>Abmessungen:</u>	- Breite	43,60 m
	- OK Sohle am Rechenfuß	60,39 m ü. NHN
	- OK Leitwand	60,89 m ü. NHN
	- Höhe Leitwand auf der Sohle	0,50 m

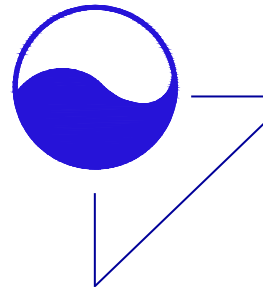
<u>Ausstattung:</u>	- automatisch laufende Rechenreinigungsmaschine mit Hydraulik- oder Elektroantrieb
----------------------------	--

4.6.3 Spülkanal / Fischabstieg

<u>Zweck:</u>	- Weiterleitung von Treibzeug und Geschiebe ins Unterwasser
	- Fischabstieg
	- Hochwasserentlastung
	- Spülmöglichkeit für Sedimente aus dem Zulaufbereich
	- Sunk- und Schwallausgleich

<u>Konstruktion:</u>	- Seitenwände und Bodenplatte aus Stahlbeton
	- Verschluss durch Stemmtor (vertikale Drehachse) mit Hydraulik- antrieb oder Schütz mit Elektroantrieb
	- bewegliches Bremswehr am Ende zur Schaffung eines Wasser- polsters unterhalb der Fischabstiegsöffnungen

<u>Abmessungen:</u>	- Breite	4,00 m
	- Länge	26,70 m
	- OK Sohle	60,39 bis 61,39 m ü. NHN
	- Breite Fischabstiegsöffnung unten	0,45 m
	- Höhe Fischabstiegsöffnung unten	0,60 m
	- Breite Fischabstiegsöffnung oben	0,45 m
	- OK Fischabstiegsöffnung oben	63,51 m ü. NHN
	- Überspiegelungshöhe bei Q_{du30}	0,65 m
	- Überspiegelungshöhe bei MQ	0,88 m
	- Überspiegelungshöhe bei Q_{du330}	1,17 m
	- OK Bremswehr	63,92 m ü. NHN
	- Breite mittige Tiefenrinne	0,80 m
	- OK Tiefenrinne im Bremswehr	63,07 m ü. NHN



- WSP oberhalb Bremswehr 63,82 m ü. NHN
- Wassertiefe in der Öffnung (Tiefenrinne) 0,75 m ü. NHN

Ausstattung:

- Stemmtor mit Hydraulikantrieb (mit Fischabstiegsöffnungen)
- Dammtafelnischen
- Bremswehr (Stahlkonstruktion) mit mittiger Tiefenrinne als Fisch-Abstiegskanal
- Nischen für Arretierung eines Feinrechens während der Kontrolle
- Nischen für Dammtafel am Ende während Kontrolle

4.6.4 Turbinenhaus

Zweck:

- Unterbringung der Turbinen-, Elektro- und Steuerungstechnik

Konstruktion:

- Stahlbetonbau mit [Pulldach](#)

Abmessungen:

- Breite (Außenmaß) 18,10 m
- Länge (Außenmaß) 10,20 m
- OK Turbinenhausdach 75,15 m ü. NHN

Ausstattung:

- 2 Vertikale Kaplan-turbinen mit direkt gekoppelten Generatoren
- Schaltschränke, Niederspannungsschaltanlage, Transformator
- Hydraulikaggregate für die Turbine und für das Stemmtor
- Einlaufschützen mit elektrischen Antrieben
- Krananlage für Montagen

4.6.5 Untergraben

Zweck:

- Ableitung des Betriebswassers zurück in die Saale

Konstruktion:

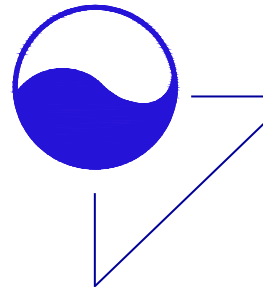
- Stahlbetonwände und -sohle

Abmessungen:

- Breite 17,24 m
- Länge (Mitte) ca. 18 m
- OK Beginn 56,22 m ü. NHN
- OK Ende 58,77 m ü. NHN

Ausstattung:

- Dammbalkennischen für Revisionsverschluss



Unterhalb des Untergrabens muss die Sohle an die Sohle des Mutterbetts der Saale angepasst werden. Dieser Übergangsbereich bis auf Höhe ca. 59,50 m ü. NHN wird als Pflasterung ausgeführt. Die Länge dieses Bereiches beträgt ca. 15 m.

4.6.6 Fischaufstiegsanlage

Die Fischaufstiegsanlage, die als Schlitzpass ausgeführt wird, weist folgende Parameter auf:

Anzahl Stufen:	30	Stück
Anzahl Becken:	29	Stück
Länge pro Becken:	3,65	m
Länge gesamt:	ca. 110	m
lichte Breite:	2,74	m
Höhendifferenz pro Stufe:	0,118	m
Mindesttiefe im Becken (bei Q_{du30}):	1,00	m
Schlitzweite:	0,45	m

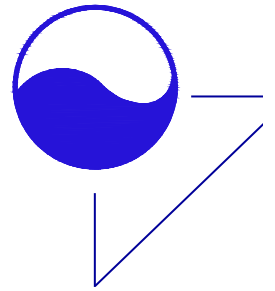
Die Fischaufstiegsanlage wird mit einem Einlassschütz mit Handantrieb versehen. Weiterhin wird ein Treibgutabweiser vor dem Einlass installiert.

Unterwasserseitig werden zwei Einstiege geschaffen. Einer für die schwimmstarken Fische kurz unterhalb der Turbinenauslässe (hier wird es wegen der großen Wassertiefe drei Einstiegsfenster übereinander geben) sowie einer ca. 30 m unterhalb der Turbinenauslässe für schwimmschwächere Fische.

Die Sohle des Fischaufstieges wird mit einem durchgehenden Gefälle von Oberwasser bis zu den Einstiegen im Unterwasser versehen. Als Sohlmaterial wird ein Schotter (Wasserbausteine CP 63/180) mit einer Schichtstärke von mindestens 30 cm eingebracht. Die Lagestabilität dieser Schotterschicht wird durch Stützsteine (LMB 40/200 – Kantenlängen 30 bis 40 cm) gewährleistet, die zuvor in unregelmäßigen Abständen auf der Sohle fixiert werden (ca. 12 Stück pro Becken).

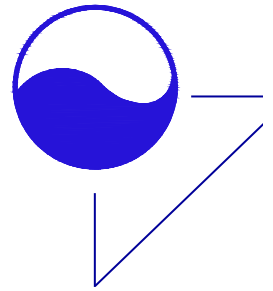
Auf Grund der räumlichen Konstellation und der engen Platzverhältnisse wird der Fischaufstieg nicht in gerader Linienführung erstellt, sondern mit einer Kehrtwende am Becken 24.

Aus gleichem Grund wird das Becken 17 als Sonderform ausgeführt. Hier wird Platz für das Ausströmbecken (Nr. 29) benötigt. Das Becken 17 wird deshalb länger, dafür aber teilweise (auf ca. 8,5 m Länge) als schmaler Kanal ($B = 1,20$ m) gebaut. Ober- und unterhalb dieses Kanals weist das Becken 17 ebenfalls die gewählte Breite des Fischaufstieges von 2,74 m auf.



Damit auch am zweiten Einstieg ausreichend Lockströmung gegeben sein wird, soll eine Rohrleitung (DN 300) zusätzliches Wasser in den unteren Bereich des Fischaufstieges bringen. Diese Leitung geht vom Obergraben ab und führt unter der Fischpasssohle bis zum Kanal des unterhalb liegenden Einstiegs, wo sie in der rauen Sohle mündet. Oberwasserseitig (an der Ableitung aus dem Obergraben) wird ein Schieber mit Handantrieb montiert.

Ebenfalls aus dem Obergraben gehen zusätzlich zwei Rohre (DN 600) ab, die zum oberhalb gelegenen Einstieg in den Fischaufstieg (am Saugrohrende) führen. Diese Rohre, die ebenfalls unter der Fischpasssohle verlegt werden, sollen Wasser zur Erzeugung einer signifikanten Leitströmung in den Unterwasserbereich führen. Sie kommen nur zum Einsatz, wenn die Wasserkraftanlage außer Betrieb ist. Dann sollen die Leitstrahlen, die Fische, die in diesen Zeiten eher in Richtung Wehrunterwasser wandern, in Richtung Einstiege in den Fischaufstieg locken. Nähere Ausführungen dazu im nachfolgenden Abschnitt.



5 Fischschutz und Durchgängigkeit

5.1 Fischaufstieg

5.1.1 Hydraulische Bemessung

Geplant wurde ein Schlitzpass entsprechend DWA-Merkblatt 509. Der Fischaufstieg hat eine Wasserspiegeldifferenz von $\Delta h_{\text{ges.}} = 3,64 \text{ m}$ zu überwinden.

$$\Delta h_{\text{ges.}} = OW_{\text{du30}} - UW_{\text{du30}} = 64,26 \text{ m ü. NHN} - 60,62 \text{ m ü. NHN} = 3,64 \text{ m}$$

Die zulässigen Wasserspiegeldifferenzen zwischen den Becken ergeben sich aus der einzuhaltenden maximalen Fließgeschwindigkeit im Schlitz. Diese liegt für die Barbenregion, bei dieser Fallhöhe bei $1,7 \text{ m/s}$.

Auf Grund der Unwägbarkeiten wird ein Sicherheitsabschlag bei der Fließgeschwindigkeit verwendet (5 % für evtl. Verklausungen und 5 % für die hydraulische Unsicherheit in der Berechnung). Somit verringert sich die Maximalgeschwindigkeit auf $1,53 \text{ m/s}$.

$$v_{\text{zul}} = v_{\text{max}} \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 1,7 \text{ m/s} \cdot 0,95 \cdot 0,95 = 1,53 \text{ m/s}$$

Die zulässige Höhendifferenz am Schlitz ergibt sich nach Umstellung der Formel

$$v_{\text{max}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

aus der zulässigen Fließgeschwindigkeit zu

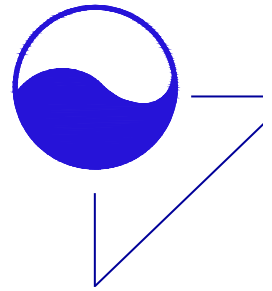
$$\Delta h = \frac{1,52^2}{2 \cdot 9,81} = 0,12 \text{ m}$$

Daraus resultiert die erforderliche Anzahl an Stufen im Fischaufstieg, nämlich 30 Stück

$$n_S = \Delta h_{\text{ges.}} : \Delta h_S = 3,64 \text{ m} : 0,12 \text{ m} = 30$$

Als Mindestwassertiefe im Fischaufstieg (unmittelbar unterhalb der Trennwände) wurde für die Bemessung $h_{\text{min}} = 1,00 \text{ m}$ gewählt.

Oberhalb der Trennwand ergibt sich damit eine Wassertiefe von $h_0 = 1,12 \text{ m}$ ($h_0 = 1,00 \text{ m} + 0,12 \text{ m}$). Diese Wassertiefe ist im Schlitz gegeben und abflusswirksam.



Mit einer Schlitzbreite $s = 0,45$ m ergibt sich nach der anzuwendenden Abflussformel

$$Q = \mu \cdot s \cdot \sqrt{g} \cdot h_o^{3/2}$$

ein Abfluss von

$$Q = 0,378 \cdot 0,45 \cdot \sqrt{g} \cdot 1,118^{3/2} \quad \mathbf{0,64 \, m^3/s.}$$

Dabei errechnet sich der Abflussbeiwert μ aus der Beziehung

$$\mu = 0,59 \cdot \left[1 - \left[\frac{h_u}{h_o} \right]^{4,5} \right]^{0,48}$$

zu

$$\mu = 0,59 \cdot \left[1 - \left[\frac{1,00}{1,118} \right]^{4,5} \right]^{0,48} = 0,378.$$

Aus der Schlitzbreite werden die Beckengeometriewerte abgeleitet.

Die Beckenlänge ergibt sich gemäß Merkblatt zu

$$L = s \cdot 8,1 = 0,45 \, \text{m} \cdot 8,1 = 3,65 \, \text{m}.$$

Die Beckenbreite soll 75 % der Beckenlänge betragen, also

$$B = L \cdot 0,75 = 3,65 \, \text{m} \cdot 0,75 = 2,74 \, \text{m}.$$

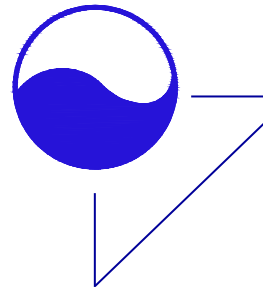
Zuletzt muss die in den Becken auftretende Leistungsdichte überprüft werden. Diese ergibt sich aus den Verhältnissen von Durchfluss, Gefälle und Beckenvolumen nach der Formel

$$P_D = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{V}$$

Mit dem Beckenvolumen $V = B \times L \times h_m = 2,74 \, \text{m} \times 3,65 \, \text{m} \times 1,06 \, \text{m} = 10,60 \, \text{m}^3$.

$$P_D = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 0,63 \cdot 0,118}{10,60} = 69 \, \text{W/m}^3$$

Zulässig wäre hier ein Wert (einschließlich Sicherheitsabschlag) von $135 \, \text{W/m}^3$.



Die hydraulischen Parameter im Fischaufstieg wurden im weiteren Verlauf auch für die Bemessungsfälle MQ und Q_{du330} bestimmt. Dies erfolgte mit Hilfe eines iterativen Berechnungsschemas des Regierungspräsidiums Darmstadt.

Bei MQ liegt der Oberwasserspiegel bei 64,33 m ü. NHN. Dadurch strömt mehr Wasser in den Fischaufstieg. Gleichzeitig steigt auch das Unterwasser an, wodurch der untere Bereich stärker eingestaut ist. Der Abfluss im Schlitzpass liegt in diesem Fall bei ca. 670 l/s. Es tritt eine Leistungsdichte von max. ca. 74 W/m³ in den Becken auf.

Das Berechnungsschema der Fischpassberechnung für den Fall MQ ist als Anlage beigelegt.

Anlage 3 Fischpassberechnung bei MQ

Im Betrachtungsfall Q_{du330} steigen Ober- und Unterwasser noch stärker an. Dadurch erhöht sich auch der Durchfluss durch den Fischpass weiter. Er wird bei diesem Abflussszenario bei ca. 850 l/s liegen. Es tritt dann eine Leistungsdichte von max. ca. 73 W/m³ in den Becken auf.

Anlage 4 Fischpassberechnung bei Q_{du330}

Folgende Übersicht zeigt noch einmal die signifikanten Parameter der Fischaufstiegsanlage für die drei Betrachtungsfälle Q_{du30} , MQ und Q_{du330} .

Tab. 4 Hydraulische Parameter Fischaufstieg

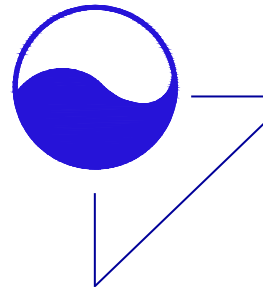
	Q_{du30}	MQ	Q_{du330}
OW [m ü. NHN]	64,26	64,33	64,60
UW [m ü. NHN]	60,62	61,28	62,08
Δh_{ges} [m]	3,64	3,05	2,52
h_{o1} [m]	1,12	1,19	1,46
Q_{FAA} [l/s]	640	670	850
P_D [W/m ³]	72	74	73

Δh_{ges} insgesamt zu überwindender Höhenunterschied

h_{o1} Wassertiefe am Einlauf (Schlitz 1)

Q_{FAA} Durchfluss Fischaufstieg

P_D maximal im Fischpass auftretende Leistungsdichte



5.1.2 Lockströmung an den Einstiegsfenstern am Turbinenaustritt

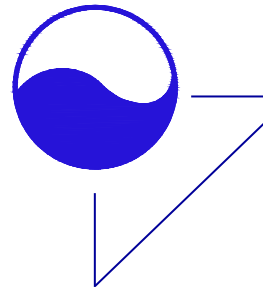
Die unterwasserseitige Anbindung des Fischaufstieges erfolgt am Ende des Turbinenauslaufs, also am Wanderhindernis. Hier halten sich erfahrungsgemäß die wanderwilligen Fische auf und suchen nach einer Aufstiegsmöglichkeit.

Der Anbindequerschnitt wird als letzte Schlitzöffnung (drei Fenster) und damit als letzte Stufe im Fischpass ausgeführt. Damit tritt hier das Wasser mit der entsprechend dem Gefälle ausgebildeten Fließgeschwindigkeit aus und bildet die Lockströmung, die Fische zum Fischaufstieg leiten soll.

In der folgenden Tabelle sind die Fließgeschwindigkeiten in den Einstiegsöffnungen in den Fischaufstieg bei verschiedenen Abflussszenarien aufgeführt. In Relation dazu sind die Fließgeschwindigkeiten im Untergraben der Wasserkraftanlage (Konkurrenzströmung) dargestellt.

Tab. 5 Fließgeschwindigkeitsvergleich Fischaufstieg / Wasserkraftanlage

			Q_{du30}	MQ	Q_{du330}
	UW	m ü. NHN	60,62	61,28	62,08
WKA	h_{UG}	m	4,10	4,78	5,58
	b_{UG}	m	17,24	17,24	17,24
	A_{UG}	m ²	70,68	82,06	95,85
	Q_{WKA}	m ³ /s	7,90	46,00	46,90
	v_{UG}	m/s	0,11	0,56	0,52
FAA	$Q_{FAA\ ges}$	m ³ /s	0,64	0,67	0,85
	$Q_{FAA\ Öff. u}$	m ³ /s	0,32	0,34	0,28
	$Q_{FAA\ Öffn. m}$	m ³ /s	0,32	0,34	0,28
	$Q_{FAA\ Öffn. o}$	m ³ /s	x	x	0,28
	b_{FAA}	m	0,45	0,45	0,45
	$OK_{Öff. u}$	m ü. NHN	56,52	56,52	56,52
	$UK_{Öff. u}$	m ü. NHN	57,12	57,12	57,12
	$h_{Öff. u}$	m	0,60	0,60	0,60
	$A_{Öff. u}$	m ²	0,27	0,27	0,27
	$v_{Öff. u}$	m/s	1,19	1,24	1,05
	$OK_{Öff. m}$	m ü. NHN	60,88	60,88	60,88
	$UK_{Öff. m}$	m ü. NHN	60,02	60,02	60,02
	$h_{Öff. m}$	m	0,86	0,86	0,86
	$A_{Öff. m}$	m ²	0,27	0,39	0,39
	$v_{Öff. m}$	m/s	1,19	0,97	0,73
	$OK_{Öff. o}$	m ü. NHN	62,00	62,00	62,00
	$UK_{Öff. o}$	m ü. NHN	61,40	61,40	61,40
	$h_{Öff. o}$	m	x	x	0,60
	$A_{Öff. o}$	m ²	x	x	0,27
	$v_{Öff. o}$	m/s	x	x	1,00

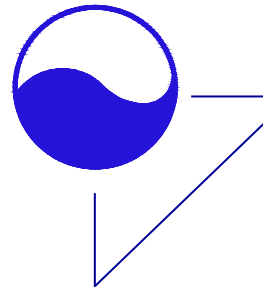


UW	Unterwasserstand im Untergraben
h_{UG}	Wassertiefe im Untergraben
b_{UG}	Breite Untergraben
A_{UG}	Fließquerschnitt im Untergraben, auf Höhe der Einmündung des Fischaufstieges ($A = b \times h$); schwankt in Abhängigkeit vom Saale Abfluss
Q_{WKA}	Abfluss durch die Turbinen (in Abhängigkeit von Verfügbarkeit und Fallhöhe)
v_{UG}	Fließgeschwindigkeit im Untergrabens der Wasserkraftanlage auf Höhe der Einmündung des Fischaufstieges berechnet nach dem Kontinuitätsgesetz ($v = Q / A$)
$Q_{FAA ges}$	Abfluss durch den Fischaufstieg (schwankt in Abhängigkeit vom OW)
$Q_{FAA u}$	Abfluss aus der unteren Öffnung des Fischaufstieges (50 % vom Gesamtdurchfluss wenn zwei Öffnungen beaufschlagt, bei Q_{du330} 33 % vom Gesamtdurchfluss da drei Öffnungen beaufschlagt)
$Q_{FAA m}$	Abfluss aus der mittleren Öffnung des Fischaufstieges (50 % vom Gesamtdurchfluss wenn zwei Öffnungen beaufschlagt, bei $Q_{du330} = 33$ % vom Gesamtdurchfluss da drei Öffnungen beaufschlagt)
$Q_{FAA o}$	Abfluss aus der oberen Öffnung des Fischaufstieges (50 % vom Gesamtdurchfluss wenn zwei Öffnungen beaufschlagt, bei $Q_{du330} = 33$ % vom Gesamtdurchfluss da drei Öffnungen beaufschlagt)
b_{FAA}	Breite der Öffnungen der Einstiegsfenster in den Fischaufstieg
$OK_{\text{Öff.}}$	Höhe der Oberkante der Öffnungen der Einstiegsfenster i. d. Fischpass
$UK_{\text{Öff.}}$	Höhe der Unterkante der Öffnungen der Einstiegsfenster i. d. Fischpass
$h_{\text{Öff.}}$	Fließtiefe in den Einstiegsfenstern in den Fischpass
$A_{\text{Öff.}}$	Fließquerschnitt in den Einstiegsfenstern in den Fischpass
$v_{\text{Öff.}}$	Fließgeschwindigkeit in den Einstiegsfenstern in den Fischpass; berechnet nach dem Kontinuitätsgesetz ($v = Q / A$)

Aus dem Vergleich der Fließgeschwindigkeiten von Austritt Fischaufstieg und Untergraben ist zu ersehen, dass eine deutliche Lockströmung in den Fischaufstieg gegeben ist.

5.1.3 Lockstromleitung für den zweiten Einstieg

Der zweite Einstieg des Fischaufstieges (mit Anbindung an die natürliche Flusssohle) folgt ca. 30 m unterhalb des Turbinenaustritts. Dieser Einstieg erhält seinen Zufluss aus einer Rohrleitung (DN 300), die aus dem Obergraben abgeht und in der Sohle des Wanderkorridors einmündet. Durch die Rohrleitung fließen im Durchflussszenario Q_{du30} ca. 260 l/s.



Der Abfluss durch die Bypassleitung wurde als Abfluss durch eine Öffnung unter Wasser gerechnet.

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Mit

A	Öffnungsquerschnitt	0,07	m ²	(Ø = 0,30 m)
OW	WSP oh Bremswehr	64,26	m ü. NHN	
UW	WSP Unterwasser	60,62	m ü. NHN	
h	Diff. OW - UW	3,64	m	
α	Ausflusszahl	0,43	Berechnung folgende Formel	

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \text{Verluste}}}$$

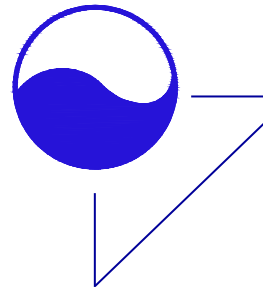
Verluste ergeben sich durch Eintritt, Reibung, Austritt.

ζ _E	Eintrittsverlust	0,3	(Tafelwert für runde Kanten)	
ζ _A	Austrittsverlust	1,0	(Tafelwert)	
ζ _R	Reibungsverlust	3,1	Berechnung folgende Formel	

$$\zeta_R = \frac{L \cdot 2 \cdot g}{k_{St}^2 \cdot R^{4/3}}$$

Mit

L	durchflossene Rohrlänge	50	m	
k _{St}	Reibungsbeiwert	100	Kunststoff	
Lu	benetzter Querschnitt	0,94	m	((Ø = 0,30 m)
R _{hy}	Hydraulischer Radius	0,08	m	(R = A / Lu)



ζ_{K1} Krümmerverlust 1 (90 °) 0,01 Berechnung folgende Formel

$$\zeta_{K1} = \left[0,131 + 0,163 \cdot \left(\frac{d}{R} \right)^{3,5} \right] \cdot \frac{\gamma}{90}$$

Mit

δ	Krümmwinkel	90	°
R	Krümmungsradius	0,31	m
d	Rohrdurchmesser	0,30	m

ζ_{K2} Krümmerverlust 2 (22 °) 0 Berechnung wie zuvor

Mit

δ	Krümmwinkel	22	°
R	Krümmungsradius	0,31	m
d	Rohrdurchmesser	0,30	m

ζ_{K3} Krümmerverlust 3 (11 °) 0 Berechnung wie zuvor

Mit

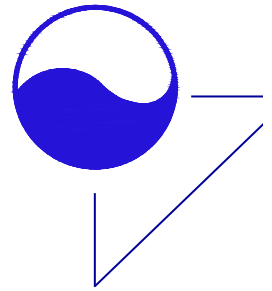
δ	Krümmwinkel	11	°
R	Krümmungsradius	0,31	m
d	Rohrdurchmesser	0,30	m

Somit stellt sich die Berechnung des Durchflusses durch die Öffnung bei Q_{du30} wie folgt dar:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$Q = 0,43 \cdot 0,07 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,64} = \underline{\underline{0,26 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Es fließt also bei Q_{du30} eine Menge von ca. 0,26 m³/s durch die Bypassleitung in Richtung Sohlansbindung des Fischaufstieges.



Auf Grund der steigenden Unterwasserspiegel und damit der verminderten Wasserspiegeldifferenz bei höheren Abflüssen ist der Durchfluss durch die Bypassleitung bei den Betrachtungsfällen MQ und Q_{du330} etwas geringer. Bei MQ ($\Delta h = 3,04$ m) fließt eine Menge von $0,24$ m³/s durch die Rohrleitung. Bei Q_{du330} ($\Delta h = 2,52$ m) fließt eine Menge von $0,21$ m³/s durch die Rohrleitung.

5.1.4 Einrichtungen zur Erzeugung einer Leitströmung bei Turbinen-Aus

Für den Fall, dass die Wasserkraftanlage nicht in Betrieb ist, fließt in der Regel ein signifikanter Abflussanteil über das Saalewehr (vornehmlich über den rechten, tieferen Teil). Dadurch werden aufwärtswandernde Fische in Richtung Wehrunterwasser gelockt.

Dies ist zu verhindern, die Fische sollen auch bei diesem Szenario den Einstieg in den Fischaufstieg (der, anders als die WKA, auch dann in Betrieb sein soll) finden. Da die Einstiege in den Fischaufstieg allerdings in einem Strömungsschatten bzgl. Wehrunterwasser liegen, soll mit Hilfe von Leitstrahlen eine Lockströmung von den Einstiegen in den Fischaufstieg bis in das Wehrunterwasser erzeugt werden.

Dazu werden zwei Rohrleitungen DN 600 vom Obergraben bis zu den Einstiegsfenstern am Turbinenaustritt geführt. Diese sind im Regelfall durch Schieber verschlossen. Sie werden bei Bedarf (Stillstand der Wasserkraftanlage) geöffnet und leiten zusammen bis zu $2,7$ m³/s als Schussstrahl ins Unterwasser. Die Fließgeschwindigkeit des Leitstrahls liegt am Austritt bei ca. 19 m/s.

Die Leitungen münden mit einem Winkel von ca. 80° gegenüber der rechten Untergrabenwand knapp oberhalb der Einstiegsfenster in den Fischaufstieg ein. Dadurch zielt der Leitstrahl optimal in den Strömungsbereich unterhalb des Wehres.

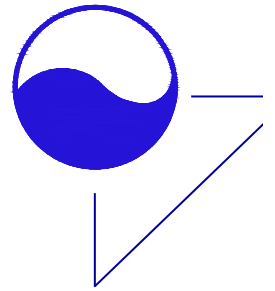
Dieses von A. Gluch (LHW Sachsen-Anhalt) entwickelte Konzept wurde an der Fischaufstiegsanlage am Muldestausee bereits erfolgreich angewendet.

Der Abfluss durch eine Rohrleitung für die Leitströmung wurde als Abfluss durch eine Öffnung unter Wasser gerechnet.

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Mit

A	Öffnungsquerschnitt	0,28	m ²	($\varnothing = 0,60$ m)
OW	WSP oh Bremswehr	64,26	m	ü. NHN
UW	WSP Unterwasser	60,62	m	ü. NHN
h	Diff. OW - UW	3,64	m	
α	Ausflusszahl	0,57		Berechnung folgende Formel



$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \sum \text{Verluste}}}$$

Verluste ergeben sich durch Eintritt, Reibung, Austritt.

ζ_E	Eintrittsverlust	0,3	(Tafelwert für runde Kanten)
ζ_A	Austrittsverlust	0,85	(Tafelwert für $A_a/A_1 = 0,25$)

Mit

A_1	Querschnitt Rohrleitung	0,28	m ² (für d = 0,60 m)
A_a	Querschnitt Austritt (Düse)	0,07	m ² (für d = 0,30 m)
ζ_R	Reibungsverlust	0,86	Berechnung folgende Formel

$$\zeta_R = \frac{L \cdot 2 \cdot g}{k_{St}^2 \cdot R^{4/3}}$$

Mit

L	durchflossene Rohrlänge	35	m
k_{St}	Reibungsbeiwert	100	Kunststoff
Lu	benetzter Querschnitt	1,88	m (($\varnothing = 0,50$ m))
R_{hy}	Hydraulischer Radius	0,15	m ($R = A / Lu$)

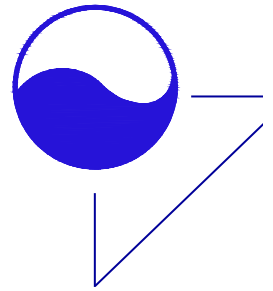
ζ_{K1}	Krümmerverlust 1 (90 °)	0,02	Berechnung folgende Formel
--------------	-------------------------	------	----------------------------

$$\zeta_{K1} = \left[0,131 + 0,163 \cdot \left(\frac{d}{R} \right)^{3,5} \right] \cdot \frac{\gamma}{90}$$

Mit

δ_1	Krümmwinkel	90	°
R	Krümmungsradius	0,52	m
d	Rohrdurchmesser	0,60	m

ζ_{K2}	Krümmerverlust 2 (15 °)	0,00	Berechnung wie zuvor
--------------	-------------------------	------	----------------------



Mit

δ_2	Krümmwinkel	15	°
R	Krümmungsradius	0,52	m
d	Rohrdurchmesser	0,60	m

ζ_{K3}	Krümmverlust 3 (15 °)	0,00	Berechnung wie zuvor
--------------	-----------------------	------	----------------------

Mit

δ_3	Krümmwinkel	15	°
R	Krümmungsradius	0,52	m
d	Rohrdurchmesser	0,60	m

ζ_{K4}	Krümmverlust 4 (90 °)	0,02	Berechnung wie zuvor
--------------	-----------------------	------	----------------------

Mit

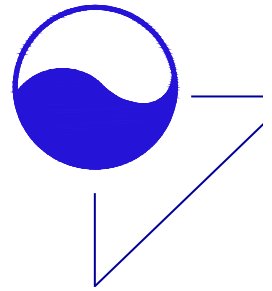
δ_4	Krümmwinkel	90	°
R	Krümmungsradius	0,52	m
d	Rohrdurchmesser	0,60	m

Somit stellt sich die Berechnung des Durchflusses durch die Öffnung bei Q_{du30} wie folgt dar:

$$Q = \alpha \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$Q = 0,57 \cdot 0,28 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 3,64} = \underline{\underline{1,367 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Es fließt also bei Q_{du30} eine Menge von ca. 1,37 m³/s durch eine Rohrleitung zur Leitstromerzeugung in Richtung Unterwasser. Bei zwei Rohrleitungen ergibt das in Summe ca. 2,7 m³/s.



Auf Grund der steigenden Unterwasserspiegel und damit der verminderten Wasserspiegeldifferenz bei höheren Abflüssen ist der Durchfluss durch die Rohrleitungen bei den Betrachtungsfällen MQ und Q_{du330} etwas geringer. Bei MQ ($\Delta h = 3,04$ m) fließt eine Menge von $1,243 \text{ m}^3/\text{s}$ durch eine Rohrleitung (in Summe also $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Bei Q_{du330} ($\Delta h = 2,52$ m) fließt eine Menge von $1,133 \text{ m}^3/\text{s}$ durch eine Rohrleitung (in Summe $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$).

Ausbreitungslänge des Leitstrahls

Zu prüfen war zudem die Ausbreitungslänge des Leitstrahls. Dieser soll bei Stillstand der Wasserkraftanlage durch den durch sie gebildeten Strömungsschatten (Kehrwasser unterhalb der Wasserkraftanlage) bis in den Bereich der Hauptströmung unterhalb des Wehres reichen. Im Gesamtlageplan ist die Abgrenzung zwischen Strombereich und Kehrwasser durch eine Linie gekennzeichnet. Die Abgrenzung wird durch die linke Untergrabenwand der Wasserkraftanlage bewirkt.

Anzumerken ist hierbei, dass im IST-Zustand der Hauptteil der Wehrüberströmung über den rechten, tieferen Teil des Wehres geht. Das soll auch im PLAN-Zustand so bleiben, die rechte Wehrseite wird tiefer bleiben als die linke.

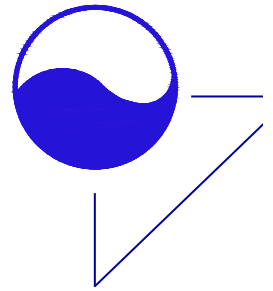
Das Saalewasser, das über das Wehr fließt, ist auf Grund der genannten Neigung des Wehres unterhalb signifikant rechtsseitig gebündelt und bildet hier die Hauptströmung. Bei Turbinenbetrieb wird sich dies ändern, dann kommt die Hauptströmung aus dem Untergraben, also in Ufernähe rechts, wo sich die Einstiege in den Fischaufstieg befinden. Wenn die Turbine außer Betrieb ist, wird das Wasser wieder dort (rechter Wehrbereich) als Hauptstrom abfließen wie im IST-Zustand, die Einstiege in den Fischaufstieg befinden sich dann aber im bereits erwähnten Strömungsschatten.

Die Ausbreitungslänge des Leitstrahls wurde berechnet mit der Formel für den runden Freistrahle (Aigner und Bollrich, Handbuch der Hydraulik, 2015)

$$\frac{v_{x,\max}}{v_0} = 6,2 \cdot \frac{D_0}{x}$$

Nach Umstellung

$$x = \frac{v_0 \cdot 6,2 \cdot D_0}{v_{x,\max}}$$



Mit

v_0 Austrittsgeschwindigkeit aus Rohr 19,34 m/s

berechnet aus dem Durchfluss im Rohr (1,367 m³/s) und dem Endquerschnitt der Rohrleitung (verjüngt; $A_a = 0,07 \text{ m}^2$)

$$v_0 = Q / A_a = 1,367 \text{ m}^3/\text{s} / 0,07 \text{ m}^2 = 19,34 \text{ m/s}$$

D_0 Durchmesser Rohr am Ende 0,30 m

$v_{x,\max}$ notwendige Fließgeschwindigkeit 0,98 m/s

Diese Fließgeschwindigkeit soll am zu berechnenden Punkt (Ausbreitungslänge x) so groß sein, dass sie gegenüber der Hauptströmung (Konkurrenz) gut für Fische bemerkbar ist. Gewählt wurde hier eine Fließgeschwindigkeit, die 0,3 m/s über der Fließgeschwindigkeit im Hauptstrom liegt.

Die Fließgeschwindigkeit im Hauptstrom ergibt sich aus der Durchflussmenge im gebündelten Fließprofil und dessen Querschnitt.

Q_{HS} Durchfluss im Hauptstrom ca. 13,6 m³/s

(Insgesamt fließen in diesem Szenario [Q_{du30}] ca. 40 m³/s in der Saale, davon gehen im PLAN-Zustand 20 m³/s durch die WKA Alsleben und ca. 3 m³/s durch die Fischwege (Alsleben und Pregelmühle). Somit fließen insgesamt ca. 17 m³/s über das Wehr. Auf Grund der Neigung fließen davon ca. 80 % auf rechten, tieferen Seite und bilden unterhalb den gebündelten Hauptstrom, also 13,6 m³/s.)

A_{HS} Querschnitt Hauptstrom ca. 20 m²

(Der Hauptstrom ist ca. 40 m breit und bei Q_{du30} ca. 0,5 m tief. $A_{HS} = 40 \times 0,5$)

Damit ergibt sich im Hauptstrom eine Fließgeschwindigkeit von ca. 0,68 m/s.

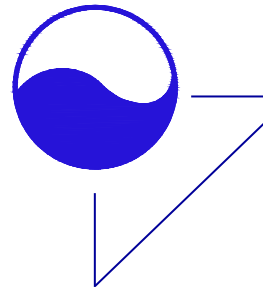
$$v_{HS} = Q_{HS} / A_{HS} = 13,6 \text{ m}^3/\text{s} / 20 \text{ m}^2 = 0,68 \text{ m/s}$$

Die Berechnung der Ausbreitungslänge ergibt somit:

$$x = \frac{19,34 \cdot 6,2 \cdot 0,30}{0,98} = \underline{37 \text{ m.}}$$

Diese Ausbreitungslänge reicht gut in den Hauptstrom hinein.

Nachfolgende Tabelle zeigt die Ausbreitungslängen für alle drei relevanten Abflussszenarien (Q_{du30} , MQ, Q_{du330}).

**Tab. 6 Bestimmung Ausbreitungslänge Freistrah**

			Q_{du30}		MQ		Q_{du330}	
Hauptstrom	Q _{Saale}	m ³ /s	40		87,5		160	
	Q _{Alleben}	m ³ /s	20		20		20	
	Q _{Fischwege}	m ³ /s	3		3		3	
	Q _{Wehr}	m ³ /s	17		64,5		137	
	Q _{Hauptstrom}	m/s	80 %	13,6	80 %	51,6	60 %	110
	b _{Hauptstrom}	m	40		43		50	
	h _{Hauptstrom}	m	0,5		1		1,5	
	A _{Hauptstrom}	m ²	20		43		75	
	V _{Hauptstrom}	m/s	0,68		1,2		1,5	
Freistrah	V _{x,max}	m/s	0,98		1,5		1,8	
	D ₀	m	0,30		0,30		0,30	
	A ₀	m ²	0,07		0,07		0,07	
	Q ₀	m ³ /s	1,367		1,243		1,133	
	V ₀	m/s	19,34		17,59		16,03	
	x	m	37		22		17	

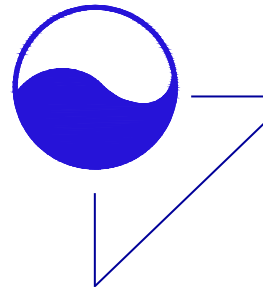
Im pessimalen Falle (Q_{du330}) hat der Freistrah in ca. 17 m Entfernung von der Ausmündung noch eine Fließgeschwindigkeit von ca. 1,8 m/s, was deutlich über der Fließgeschwindigkeit der Hauptströmung (1,5 m/s) liegt. Somit ist der Freistrah mit seiner Leitwirkung im Bereich der Hauptströmung noch wirksam.

5.1.5 Einrichtungen zur Funktionsprüfung der Fischaufstiegsanlage

Einrichtungen für die Funktionsprüfung der Fischaufstiegsanlage werden im Zulaufbereich vorgesehen. Hier werden Befestigungsvorrichtungen für eine Kastenreuse und für Hebezeug eingebaut.

Details zu den Einrichtungen (Schwenkrechen mit Bedienstange zur Treibgutweiterleitung, Abdichtungen etc.) werden in der Ausführungsplanung umgesetzt.

Die grundsätzliche Anordnung der Einrichtungen für die Funktionsprüfung sind im Grundriss des Fischaufstieges mit dargestellt.



5.2 Fischabstieg

5.2.1 Untere Öffnung in der Bypassklappe (sohlorientierte Fische)

Die Berechnung des Abflusses durch die untere Öffnung in der Bypassklappe (bei Q_{du30}) erfolgt in Anlehnung an die Berechnung der unteren Öffnung im Beckenfischpass (Regelwerk DWA 509) mit der Formel

$$Q = \psi \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta h}$$

Mit

A	Öffnungsquerschnitt	0,27	m ²	(b x h = 0,45 m x 0,60 m)
OW	WSP oh Klappe	64,26	m ü. NHN	
UW	WSP uh Klappe	63,82	m ü. NHN	
Δh	Diff. OW - UW	0,44	m	
ψ	Beiwert	0,75	(lt. DWA 509)	

ergibt sich

$$Q = 0,75 \cdot 0,27 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,44} = \underline{\underline{0,59 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

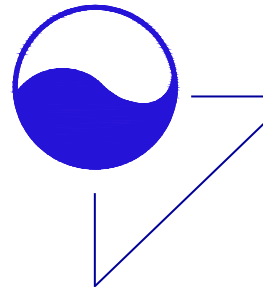
5.2.2 Obere Öffnung in der Bypassklappe (Oberfläche)

Die Berechnung des Abflusses durch die obere Öffnung in der Klappe erfolgte mit der Wehrformel von Poleni, wobei die Öffnung in der Klappe als Wehr betrachtet wird. Da dieses von UW her eingestaut ist, geht ein Abminderungsbeiwert ein. Analog wird auch die obere Öffnung im Beckenfischpass gemäß Regelwerk DWA 509 gerechnet.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot \sigma \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_u} \cdot h_u^{3/2}$$

Mit

OW	WSP oh Klappe	64,26	m ü. NHN	
WK	OK Öffnung	63,61	m ü. NHN	
h_u	Überfallhöhe	0,65	m	(OW - WK)
μ	Überfallbeiwert	0,60	(gemäß DWA 509)	
b	Breite Ausschnitt	0,45	m	
σ	Abminderungsbeiwert	0,92	lt. Berechnung wie folgt:	



$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta h}{h_{ii}} \right)^{1,5} \right)^{0,385}$$

$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{0,44}{0,65} \right)^{1,5} \right)^{0,385} = 0,92$$

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 0,92 \cdot 0,45 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot 0,65^{\frac{3}{2}} = \underline{\underline{0,39 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Insgesamt fließen damit 980 l/s durch den Fischabstiegskanal ($Q_{\text{FAB ges}} = Q_{\text{FAB o}} + Q_{\text{FAB u}} = 0,59 \text{ m}^3/\text{s} + 0,39 \text{ m}^3/\text{s} = 0,98 \text{ m}^3/\text{s}$).

Damit das System hydraulisch funktioniert, ist die Geometrie des Bremswehres genau so zu wählen, dass dort diese 980 l/s bei dem gewünschten Wasserspiegel (63,82 m ü. NHN) abfließen.

5.2.3 Öffnung im Bremswehr

Die Öffnung im Bremswehr soll eine Breite von 0,8 m aufweisen. Es ist demnach zu bestimmen, wie hoch die Oberkante des Bremswehres liegen muss, um 980 l/s abzuführen. Bekannt ist dabei zudem der Wasserspiegel, der sich oberhalb des Bremswehres einstellen soll: 63,82 m ü. NHN.

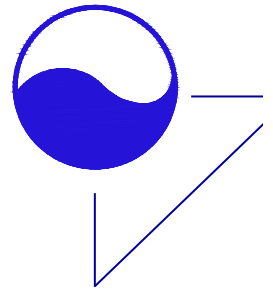
Zur Berechnung wurde die Überfallformel von Poleni nach der gesuchten Größe, Überfallhöhe h_u , umgestellt.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_u^{\frac{3}{2}}$$

$$h_u = \left[\frac{Q}{\frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Mit

μ	Überfallbeiwert	0,65	(scharfkantig)
b	Wehrbreite	0,80	m
Q	Zielwert Abfluss	0,98	m ³ /s



$$h_{\bar{u}} = \left[\frac{0,98}{\frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 0,80 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81}} \right]^{\frac{2}{3}} = \underline{\underline{0,75 \text{ m}}}$$

Damit beim gewünschten Abfluss von 980 l/s der Wasserspiegel im Fischabstieg bei 63,82 m ü. NHN liegt, muss demnach die Wehrkrone der Tiefenrinne des Bremswehres auf Höhe 63,07 m ü. NHN liegen.

$$OK_{BW} = WSP_{oh} - h_{\bar{u}} = 63,82 \text{ m ü. NHN} - 0,75 \text{ m} = 63,07 \text{ m ü. NHN}$$

5.2.4 Fischabstieg bei höherer Wasserführung

Bei höherer Wasserführung steigt der Oberwasserspiegel an. Dadurch steigt der Durchfluss durch den Fischabstieg.

Berechnet wurden die Durchflussmengen durch die untere Öffnung (nach dem oben beschriebenen Muster) auch für die Betrachtungsfällen MQ und Q_{du30} . Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tab. 7 Durchflussmengen Fischabstieg

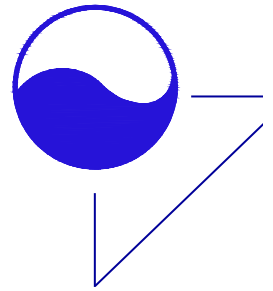
		Q_{du30}	MQ	Q_{du330}
OW	m ü. NHN	64,26	64,33	64,60
OK Öffn. oben	m ü. NHN	63,61	63,61	63,61
h_{FAB} oben	m	0,65	0,72	0,99
b_{FAB}	m	0,45	0,45	0,45
Q_{FAB} oben	m ³ /s	0,39	0,48	0,82
h_{FAB} unten	m	0,60	0,60	0,60
Q_{FAB} unten	m ³ /s	0,59	0,63	0,79
Q_{FAB} gesamt	m ³ /s	0,98	1,12	1,61

5.2.5 Leistungsdichte im Fischabstiegskanal

Zwischen Bypassklappe und Bremswehr bildet sich im Fischabstiegskanal ein Becken heraus. Für dieses Becken ist die Leistungsdichte nachzuweisen. Sie soll lt. Ebel unter 500 W/m³ liegen.

Das Becken hat bei einer mittleren Tiefe von ca. 2 m eine Länge von ca. 25 m. Die Breite beträgt 4,0 m. Damit hat dieses Becken ein Volumen von ca. 200 m³.

Der Durchfluss soll maximal ca. 2,0 m³/s betragen. An der Bypassklappe soll sich eine Wasserspiegeldifferenz von 0,44 m einstellen.



Entsprechend der gängigen Formel für die Ermittlung der Leistungsdichte in derartigen Becken

$$P = \frac{g \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta h}{V}$$

ergibt sich eine Leistungsdichte von

$$P = \frac{9,81 \cdot 1000 \cdot 2,0 \cdot 0,44}{200} = 43 \text{ W/m}^3.$$

5.3 Leitrechen

5.3.1 Stababstand Leitrechen

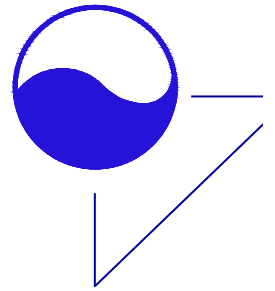
Zur Bemessung des Leitrechens wurde auf die lokalen Befischungsergebnisse von Ebel (im Rahmen der Funktionskontrolle von Fischauf- und -abstieg an der WKA Alsleben Alsleben, 2010) zurückgegriffen. Danach wurden am Standort 16 Fischarten nachgewiesen. In nennenswerten Fangergebnissen (ca. 33 %) wurden Döbel und Ukelei erfasst. Auch die Plötze kam mit ca. 14 % Anteil recht häufig vor. Weniger häufig (1 bis 7 %) wurden Bitterling, Blei, Flussbarsch, Giebel, Güster, Hecht und Rotfeder gefangen. Selten (< 1 %) kamen folgende Fischarten vor: Aal, Aland, Gründling, Moderlieschen, Schleie, Dreist. Stichling). Das Artenspektrum ist damit typisch für die Barbenregion. Auch wenn der Aal hier selten nachgewiesen wurde, ist sein Vorkommen in diesem Saa-leabschnitt dokumentiert. Desweiteren ist der Fischschutz perspektivisch auf den Lachs-smolt auszurichten.

Entsprechend dieser Artenliste wurde das Größenspektrum der zu erwartenden Fisch-population ermittelt.

Da das Risiko der Schädigung der Fische beim Turbinendurchgang sehr stark von ihrer Körperlänge abhängt, geht es bei der Festlegung des Stababstandes des Fischschutz-rechens darum, diesen so zu wählen, dass nur verhältnismäßig kleine Fische bis zur Turbine gelangen können.

Dabei muss die Wirtschaftlichkeit der Anlage im Blick behalten werden. Zu geringe Stababstände führen zu Verlusten beim Ertrag, zu großem Wartungsaufwand und zu Problemen bei der Beherrschung des Treibgutfalls.

Einen physischen Schutz gegen das Einschwimmen von Fischen bietet ein Horizontal-rechen für solche Individuen, die eine größere Körperhöhe als das Maß des lichten Sta-babstandes aufweisen.



Für Aale, deren Körperproportion bei der Höhe = $0,03 \times$ Körperlänge beträgt, bietet ein Horizontalrechen mit einem lichten Stababstand von 10 mm einen physischen Schutz für Tiere mit einer Körperlänge von ≥ 33 cm.

$$TL = s : h_{\text{FISCH, RELAT}}$$

$$TL = 10 \text{ mm} : 0,03$$

$$TL \approx 33 \text{ cm}$$

Mit

TL	Länge der Fische		
s	lichter Stababstand Rechen	10	mm
$h_{\text{FISCH, RELAT}}$	relative Körperhöhe	0,03	

Bei Aalen kann also das Eindringen von Tieren mit mehr als 33 cm Körperlänge in die Turbinenanlage ausgeschlossen werden, wenn ein horizontaler Leitrechen mit 10 mm lichten Stababstand installiert wird.

Für die anderen Fischarten wird mit einer relativen Körperhöhe von 0,18 gerechnet. Dieser Wert stammt aus dem Handbuch von Ebel [1] (für Lachse). Er entspricht aber auch der Angabe aus dem ATV-DVWK Themenband „Fischschutz und Fischabstiegsanlagen“ [3] für langgestreckte bis torpedoförmige Fische: 0,17 bis 0,23.

Damit ergibt sich eine physikalische Sperrwirkung des Horizontalrechens mit 10 mm lichten Stababstand für Fische mit Körperlängen ≥ 6 cm.

$$TL = s : h_{\text{FISCH, RELAT}}$$

$$TL = 10 \text{ mm} : 0,18$$

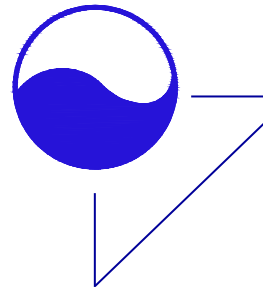
$$TL \approx 6 \text{ cm}$$

Mit

TL	Länge der Fische		
s	lichter Stababstand Rechen	10	mm
$h_{\text{FISCH, RELAT}}$	relative Körperhöhe	0,18	

Bei den sonstigen Fischen kann damit das Eindringen von Individuen mit mehr als 6 cm Körperlänge in die Turbinenanlage ausgeschlossen werden, wenn der Horizontalrechen einen lichten Stababstand von 10 mm aufweist.

Der lichte Stababstand des horizontalen Leitrechens an der hier beschriebenen Anlage soll 10 mm betragen.



Damit kann gewährleistet werden, dass nur Fische in die Wasserkraftanlage gelangen, die auf Grund ihrer Körpergröße ein verhältnismäßig geringes Risiko einer Schädigung aufweisen (siehe Bestimmung der Schädigungsraten im Abschnitt 5.4).

Neben der rein physischen Barrierewirkung des Stababstandes weisen Horizontalrechen eine Leitfunktion in Richtung Fischabstiegsbypass auf. Nach Angaben von EBEL [2] und [3] kann man von einer ca. 50 %-igen Leitwirkung dieser Rechensysteme auf Aale mit solchen Körpergrößen, die das Durchschwimmen zulassen würden, ausgehen.

Für die sonstigen Fischarten kann nach EBEL [2] von einer Effizienz der Leitwirkung von ca. 90 % ausgegangen werden. D. h. nur ca. 10 % der Fische, die von der Körpergröße her den Rechen überwinden können, schwimmen auch tatsächlich hindurch in Richtung Turbinenanlage.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang die korrekte ökohydraulische Bemessung des Aufstellwinkels des Rechens (siehe nachfolgenden Abschnitt).

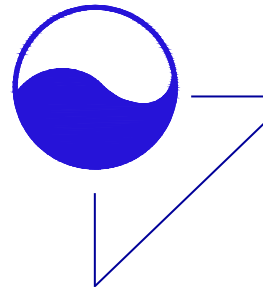
5.3.2 Aufstellwinkel Leitrechen

Die Bestimmung des notwendigen Aufstellwinkels des Rechens erfolgte gemäß der Ausführungen aus dem Handbuch Ebel [2] und dem ATV-DVWK Themenband „Fischschutz und Fischabstiegsanlagen“ [3].

Dazu wurde zunächst die maximale Anströmgeschwindigkeit vor dem Rechen berechnet. Sie ergibt sich bei voller Turbinenbeaufschlagung.

Q_{Tmax}	max. Turbinendurchfluss	50,00 m ³ /s
B_{OG}	Breite Zulauf (rechtw. zu v_A)	30,00 m
$OW_{Q_{Tmax}}$	Oberwasserspiegel bei Q_{Tmax}	64,35 m ü. NHN
$OK_{Schwelle}$	OK Geschiebeschwelle	60,89 m ü. NHN
H	Wassertiefe	3,46 m
A	Anströmquerschnitt	103,80 m ²
$V_{ANSTRÖM}$	Anströmgeschwindigkeit	0,48 m/s

Nachfolgend wurde anhand von Literaturangaben die zu beachtende Widerstandsschwimmgeschwindigkeit u_{RESIST} der Fische am Standort ermittelt. Das ist die Geschwindigkeit, die der schwächste Fisch über eine längere Zeit aufbringen können muss, um nicht mit dem Rechen zu kollidieren. Aus der Liste der Schwimmgeschwindigkeiten gemäß Artenspektrum (unter Beachtung der Jungfische) im Themenband „Fischschutz und Fischabstiegsanlagen“ [3] wurde eine maximal zu beachtende Widerstandsschwimmgeschwindigkeit von 0,40 m/s abgelesen.



Mit der im Handbuch von Ebel [2] angegebenen Formel für den Aufstellwinkel des Re-
chens wurde folgender Wert ermittelt.

$$\sin \Theta = \frac{0,88 \cdot u_{RESIST}}{v_{ANSTRÖM}}$$

$$\sin \Theta = \frac{0,88 \cdot 0,40}{0,48} = \text{max. } 47^\circ$$

Der Leitrechen wird mit einem Winkel von 30° gegenüber der Hauptanströmung am
Beginn des Obergrabens aufgestellt, um eine ausreichend große Fläche für eine ver-
lustarmen Durchströmung zu erhalten.

5.4 Turbinenbedingte Schädigungen von Fischen

5.4.1 Turbinenbedingte Schädigung von Aalen

Gemäß Handbuch von Ebel [2] lässt sich die turbinenbedingte Schädigung von Aalen
beim Durchgang durch eine Kaplan turbine mit folgender Beziehung recht gut prognosti-
zieren:

$$S = -33,5250 - 13,5396 \cdot s_{ABSOL,MAX} + 2,8892 \cdot u_{MAX} + 0,8748 \cdot TL$$

Dabei gehen neben der Körperlänge TL folgende Parameter ein:

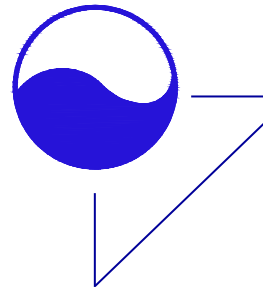
$s_{ABSOL,MAX}$	absoluter Schaufelabstand am größten Laufraddurchmesser	2,08	m
u_{MAX}	Umfangsgeschwindigkeit am größten Laufraddurchmesser	13,68	m/s

Der absolute Schaufelabstand berechnet sich dabei nach der Beziehung

$$s_{ABSOL,MAX} = \frac{\Pi \cdot d_{max}}{z}$$

mit

d_{max}	Laufraddurchmesser außen	2,65	m
z	Anzahl Schaufeln	4	Stück



$$s_{ABSOL,MAX} = \frac{\pi \cdot 2,65}{4} = 1,4 \text{ m.}$$

Die Umfangsgeschwindigkeit am größten Laufraddurchmesser berechnet sich nach der Beziehung

$$u_{\max} = \frac{\pi \cdot d_{\max} \cdot n}{60}$$

mit

d_{\max}	Laufraddurchmesser außen	2,65	m
n	Nenndrehzahl	100	U/min

$$u_{\max} = \frac{\pi \cdot 2,65 \cdot 100}{60} = 13,87 \text{ m/s}$$

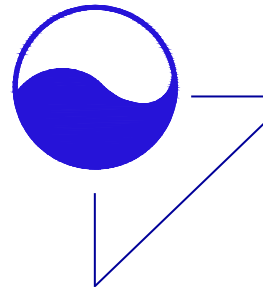
Mit den so ermittelten Grundparametern für die gewählte Turbinenanlage wurden für verschiedene Körperlängen der Aale die Schädigungsraten berechnet:

Tab. 7 Prognose der Schädigung von Aalen mit verschiedenen Körperlängen in der geplanten Turbinenanlage in Mukrena

TL Länge der Aale [cm]	Schädigungsrate S [%]
10	0
15	0
20	0
25	0
30	4,6
33	7,2
40	13,4 ¹
50	22,1 ¹
60	30,9 ¹

Gedeckelt sind die Werte für den Standort Pregelmühle wie bereits dargelegt mit den Individuen mit 33 cm Körperlänge. Größere Aale können den vorgesehenen Feinrechen nicht durchschwimmen und gelangen daher gar nicht erst in die Turbine.

¹ tatsächlich 0, da von Rechen geschützt



Andererseits werden nur Aale mit Körperlängen ab > 25 cm von der Turbine geschädigt da kleinere Fische erfahrungsgemäß bei diesem Durchmesser und dieser Drehgeschwindigkeit unbeschadet die Turbine durchschwimmen können.

Nach EBEL weisen bei den abwandernden Aalen nur verhältnismäßig wenige Exemplare Körperlängen von < 33 cm auf. Bei den Blankaalen seien dies ca. 0,1 % und bei den Gelbaalen ca. 6 %.

Ausgehend von den zuvor genannten Raten kann geschlussfolgert werden, dass von den Blankaalen am Standort nur ca. 0,0036 % geschädigt werden, also einer von ca. 28.000.

(Herleitung: Nur 0,1 % der abwandernden Blankaale sind ≤ 33 cm und können potentiell durch den Rechen gelangen. 50 % von diesen werden jedoch durch die Leitwirkung des Rechens zum Bypass geführt. Von den anderen 50 %, die den Rechen durchschwimmen und zur Turbine gelangen, können ca. 7,2 % geschädigt werden.)

Von den Gelbaalen am Standort werden nach diesem Prognosemodell ca. 0,2 % geschädigt, also rund einer von 500 Individuen.

(Herleitung: Ca. 6 % der abwandernden Gelbaale sind ≤ 33 cm und können potentiell durch den Rechen gelangen. Ungefähr 50 % von diesen werden aber durch die Leitwirkung des Rechens zum Bypass geführt. Von den anderen 50 % der Individuen, die durch den Rechen schwimmen und zur Turbine gelangen, können ca. 7,2 % geschädigt werden.

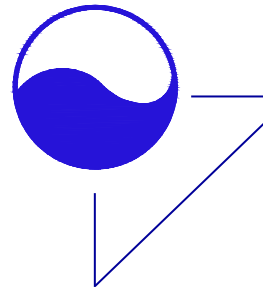
Insgesamt wird damit eingeschätzt, dass mit dem gewählten Leitrechen und der gewählten Turbinentechnik eine sehr gute Schutzwirkung für Aale erreicht wird.

5.4.2 Turbinenbedingte Schädigung von anderen Fischen

Gemäß Handbuch von Ebel [2] lässt sich die turbinenbedingte Schädigung von sonstigen Fischen beim Durchgang durch eine Kaplan turbine mit folgender Beziehung² recht gut prognostizieren:

$$S = \left[\sin \left(13,4 + 42,8 \cdot \frac{TL}{S_{ABSOL.,MIT}} \right) \right]^2 \cdot 100$$

² Das Modell wurde eigentlich für juvenile Salmoniden aufgestellt. Es ist aber auch auf die anderen am Standort vorkommenden Fischarten übertragbar.



Dabei geht neben der Körperlänge TL der Parameter Schaufelabstand ein.

$s_{ABSOL, MIT}$ absoluter Schaufelabstand am 1,49 m
mittleren Laufraddurchmesser

Der absolute Schaufelabstand berechnet sich dabei nach der Beziehung

$$s_{ABSOL, MIT} = \frac{\pi \cdot d_{MIT}}{z}$$

mit

d_{MIT} mittlerer Laufraddurchmesser 1,90 m
 z Anzahl Schaufeln 4 Stück

$$s_{ABSOL, MIT} = \frac{\pi \cdot 1,90}{4} = 1,49 \text{ m.}$$

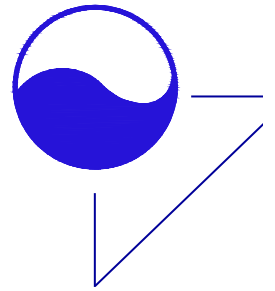
Mit dem so ermittelten Grundparameter für die gewählte Turbinenanlage wurden für verschiedene Körperlängen der Fische die Schädigungsraten berechnet:

Tab. 8 Prognose der Schädigung von Fischen mit verschiedenen Körperlängen in der geplanten Turbinenanlage in Mukrena

TL Länge der Fische [cm]	Schädigungsrate S [%]
1	5,6
2	5,8
3	6,1
4	6,3
5	6,6

Gedeckelt sind die Werte für das beantragte Wasserkraftprojekt wie bereits dargelegt mit den Individuen mit 5 cm Körperlänge. Größere Fische können den vorgesehenen Feinrechen nicht durchschwimmen und gelangen daher gar nicht erst in die Turbine.

Abwandernde Lachs-Smolts haben in der Regel Körperlängen von über 10 cm. Daher können sie den Rechen nicht durchschwimmen und sind effektiv vor der Turbinenpassage geschützt. Gleiches gilt auch für die mehrsömmrigen Jungfische.



Einsömmrige Jungfische können auf Grund ihrer Körpergröße den Rechen durchschwimmen. Auf Grund der Leitwirkung des Horizontalrechens wählt aber nur ein sehr geringer Teil dieser Fische (ca. 10 %) diesen Weg.

Demzufolge werden von den Jungfischen am Standort ca. 0,66 % geschädigt, also etwa 1 von 150 Individuen.

(Herleitung: Ca. 10 % der einsömmrigen Jungfische wählen potentiell den Weg durch den Rechen und kommen in die Turbine. Von diesen Fischen werden ca. 6,6 % geschädigt (mittlere Fischlänge: 5 cm).

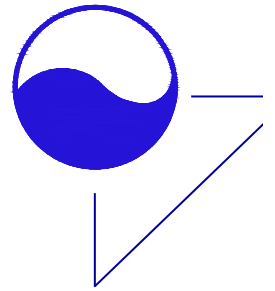
Es ist somit zwar festzustellen, dass die geplante Anlage durchaus Beeinträchtigungen für die abwärtswandernden Jungfische mit sich bringt, gleichwohl sind diese Beeinträchtigungen im Vergleich zu anderen Wasserkraftstandorten als äußerst gering einzuschätzen.

Die Anlage wäre in dieser Konstellation ein Vorzeigeprojekt hinsichtlich Fischschutz und Durchgängigkeit.

Folgende Übersicht zeigt zusammengefasst die zu erwartenden Überlebensraten am Standort:

Tab. 9 Prognose der Überlebensraten der Fische in verschiedenen Entwicklungsstadien am Standort Mukrena

Fischart / Entwicklungsstadium	Standörtliche Überlebensrate [%]
Blankaal	99,996
Gelbaal	99,80
Lachssmolt	100
mehrsömmrige Fische	100
einsömmrige Fische	99,34



6 Hydraulische Nachweise

6.1 Hochwasserneutralität

Das Vorhaben sieht die Montage eines festen Wehraufsatzes auf der gesamten Wehrebreite in Höhe von 10 cm vor. Dadurch geht Abflussquerschnitt an der Staustufe verloren. Zudem wird das vorhandene Entlastungsgerinne im Bereich der Pregelmühle überbaut und ist somit im PLAN-Zustand auch nicht mehr wirksam.

Für diese beiden Aspekte der Planung ist der Nachweis zu führen, dass Hochwasserneutralität gegeben ist. Eine weitere Betroffenheit in dieser Hinsicht ist nicht gegeben, da alle quer zur Fließrichtung stehenden Bauteile auf vom Hochwasser nicht betroffenen Terrain stehen sollen.

Als Ausgleich für den Verlust an Abflussquerschnitt ist der Grundablass / Fischabstieg vorgesehen.

Der Nachweis der Hochwasserneutralität wird für $Q_{du364} = 470 \text{ m}^3/\text{s}$ geführt und ist auf andere Hochwasserfälle übertragbar.

IST-Zustand

Berechnet wurden zunächst die Abflussverhältnisse im IST-Zustand. Bekannt ist, dass bei Q_{du364} ein Oberwasserspiegel von 65,89 m ü. NHN bei einem Abfluss der Saale von $470 \text{ m}^3/\text{s}$ gegeben ist. Der Unterwasserspiegel liegt bei 64,62 m ü. NHN.

Es ist davon auszugehen, dass die WKA Alsleben nicht in Betrieb ist. Über die Fischwege dort fließt ca. $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ab.

Weiterhin sind das Wehr und das Entlastungsgerinne am Standort Pregelmühle abflusswirksam.

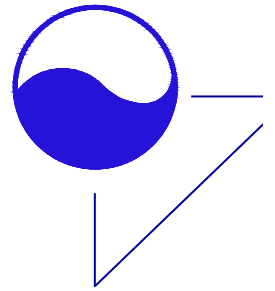
a) Entlastungsgerinne

Die Berechnung des Abflusses durch das vorhandene Entlastungsgerinne erfolgte mit der Wehrformel von Poleni, wobei das kleinste Profil im Gerinne als Wehr betrachtet wird.

Da das Gerinne von UW her nicht eingestaut ist, geht kein Abminderungsbeiwert ein.

Mit

OW		65,89	m ü. NHN
WK	OK Gerinne	64,77	m ü. NHN
UW		64,62	m ü. NHN
$h_{\bar{u}}$	Überfallhöhe	1,14	m (OW - WK)
Δh	Diff. OW - UW	1,27	m



μ	Überfallbeiwert	0,60	(gemäß DWA 509)
b	Breite Gerinne	4,15	m

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 4,15 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot 1,14^{\frac{3}{2}} = \underline{\underline{9 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Durch den Entlastungskanal fließen also ca. 9 m³/s bei $Q_{\text{du}365}$ ab.

b) Wehr (IST-Zustand)

Die Höhe des Wehres im IST-Zustand wurde überschlägig einheitlich mit OK = 64,01 m ü. NHN angenommen (Mittelwert). Damit gehen in die Berechnung folgende Parameter ein:

OW		65,89	m ü. NHN
WK	OK Gerinne	64,01	m ü. NHN
UW		64,62	m ü. NHN
$h_{\bar{u}}$	Überfallhöhe	1,88	m (OW - WK)
Δh	Diff. OW - UW	1,27	m
μ	Überfallbeiwert	0,34	(iterativ ermittelt)
b	Breite Wehr	190,00	m
σ	Abminderungsbeiwert	0,92	lt. Berechnung wie folgt:

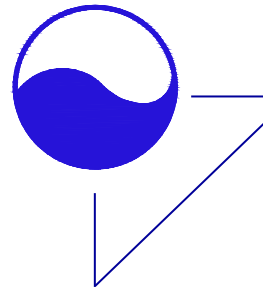
$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta h}{h_{\bar{u}}} \right)^{1,5} \right)^{0,385}$$

$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{1,27}{1,88} \right)^{1,5} \right)^{0,385} = 0,92$$

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,34 \cdot 0,92 \cdot 190 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot 1,88^{\frac{3}{2}} = \underline{\underline{460 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Über das Wehr fließen also im betrachteten Zustand 460 m³/s ab.



Insgesamt ergibt sich also folgende Abflussaufteilung am Standort im IST-Zustand:

Wehr (IST)	ca. 460	m ³ /s
Entlastungsgerinne Pregelmühle	ca. 9	m ³ /s
Fischwege Alsleben	ca. 2	m ³ /s
Summe	ca. 470	m³/s

PLAN-Zustand

Im PLAN-Zustand ist der Abflussquerschnitt durch den Wehraufsatz mit 10 cm Höhe eingeschränkt. Als Ausgleich dafür ist der Grundablass / Fischabstieg gegeben und abflusswirksam.

Auch hier ist davon auszugehen, dass die WKA Alsleben nicht in Betrieb ist, genau wie die WKA Pregelmühle. Über die Fischwege auf beiden Flusseiten fließ ca. 2 m³/s ab.

a) Grundablass / Fischabstieg

Die Berechnung des Abflusses durch Grundablass / Fischabstieg erfolgte mit der Wehrformel von Poleni, das Gerinne als Wehr betrachtet wird.

Da das Gerinne von UW her eingestaut ist, geht ein Abminderungsbeiwert ein.

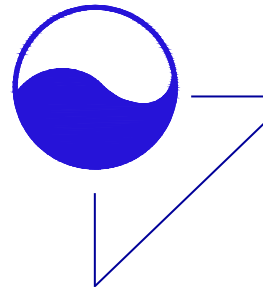
Mit

OW	65,89	m ü. NHN
WK OK Gerinne	61,39	m ü. NHN
UW	64,62	m ü. NHN
h _ü Überfallhöhe	4,74	m (OW - WK)
Δh Diff. OW - UW	1,27	m
μ Überfallbeiwert	0,60	(gemäß DWA 509)
b Breite Gerinne	4,00	m

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 0,70 \cdot 4,00 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot 4,50}^{3/2} = \underline{\underline{47 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Durch den Grundablass / Fischabstieg fließen also ca. 47 m³/s bei Q_{du364} ab.

**b) Wehr (PLAN-Zustand)**

Die Höhe des Wehres im PLAN-Zustand wurde überschlägig einheitlich mit OK = 64,11 m ü. NHN angenommen (Mittelwert; 10 cm über IST). Damit gehen in die Berechnung folgende Parameter ein:

OW		65,89	m ü. NHN
WK	OK Gerinne	64,11	m ü. NHN
UW		64,62	m ü. NHN
$h_{\bar{u}}$	Überfallhöhe	1,78	m (OW - WK)
Δh	Diff. OW - UW	1,27	m
μ	Überfallbeiwert	0,34	(iterativ ermittelt)
b	Breite Wehr	190,00	m
σ	Abminderungsbeiwert	0,94	lt. Berechnung wie folgt:

$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{\Delta h}{h_{\bar{u}}} \right)^{1,5} \right)^{0,385}$$

$$\sigma = \left(1 - \left(1 - \frac{1,27}{1,78} \right)^{1,5} \right)^{0,385} = 0,94$$

Somit ergibt sich die Berechnung zu

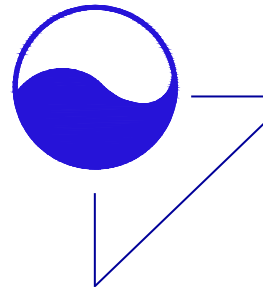
$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,34 \cdot 0,94 \cdot 190 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot 1,78^{3/2} = \underline{\underline{425 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Über das Wehr fließen also im betrachteten Zustand 425 m³/s ab.

Insgesamt ergibt sich also folgende Abflussaufteilung am Standort im PLAN-Zustand:

Wehr (PLAN)	ca. 425	m³/s
Grundablass / Fischabstieg	ca. 47	m³/s
Fischwege Alsleben	ca. 2	m³/s
Fischaufstieg Pregelmühle	ca. 1	m³/s
Summe	ca. 475	m³/s

Die Zahlen zeigen, dass mit dem neuen Grundablass die Hochwassersituation an der Staustufe Alsleben nicht verschlechtert wird.



6.2 Sunk- und Schwallausgleich

Niedrige Wasserführung (Q_{du30})

Zunächst wurde die Abflusskapazität des Bypasskanals bei niedriger Wasserführung (Q_{du30}) ermittelt.

Die Berechnung des Abflusses durch den vollständig geöffneten Bypasskanal erfolgte mit der Wehrformel von Poleni, wobei das Profil am Stemmtor als Wehr betrachtet wird.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_u^{3/2}$$

Mit

OW		64,26	m ü. NHN
UW		60,62	m ü. NHN
WK	OK Sohle	61,39	m ü. NHN
h _ü	Überfallhöhe	2,87	m (OW - WK)
μ	Überfallbeiwert	0,60	(gemäß Handbuch Hydraulik)
b	Breite Kanal	4,00	m

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 4,00 \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot 2,87^{3/2} = \underline{\underline{36 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Das Ergebnis zeigt, dass der Bypasskanal ausreichend Kapazität hat, den Sunk- und Schwallausgleich beim Szenario Q_{du30} zu leisten, da bei diesem Saaleabfluss lediglich ca. 7,9 m³/s durch die Turbinenanlage gehen.

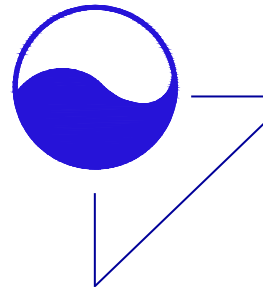
Das Stemmtor wird also nur teilgeöffnet.

Mittlere Wasserführung (MQ)

Beim Szenario MQ sind die Turbinen der neuen Anlage mit ca. 46 m³/s beaufschlagt. Wenn also bei dieser Abflussführung ein plötzlicher Turbinenstopp eintritt, müssen 46 m³/s ausgeglichen werden, damit Sunk und Schwall nicht auftreten.

Die Berechnung des Abflusses durch den vollständig geöffneten Bypasskanal erfolgte wie oben beschrieben mit der Wehrformel von Poleni, wobei das Profil am Stemmtor als Wehr betrachtet wird.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h_u^{3/2}$$



Mit

OW		64,32	m ü. NHN
UW		61,28	m ü. NHN
WK	OK Sohle	61,18	m ü. NHN
$h_{\bar{u}}$	Überfallhöhe	2,93	m (OW - WK)
μ	Überfallbeiwert	0,60	(gemäß Handbuch Hydraulik)
b	Breite Kanal	4,00	m

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 4,00 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot 2,93}^{3/2} = \underline{\underline{36 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Da der Oberwasserstand nur unwesentlich höher liegt als bei niedriger Wasserführung, steigt die Abflussleistung des Bypasskanals nur wenig an, auf 39 m³/s.

Es ist mit dem Turbinenhersteller abgestimmt, dass die Turbine beim Notschluss für 30 Minuten soweit offen bleibt, dass noch ca. 20 % des Turbinenschluckvermögens hindurchlaufen können ohne Schaden an der Technik anzurichten. Somit hätten wir pro Turbine 5 m³/s Durchfluss für die Zeitdauer von 30 Minuten, in Summe also 10 m³/s.

Dadurch ist gewährleistet, dass es keine Sunk- und Schwallerscheinungen gibt, da beim Ausschalten der Turbinen immer noch ca. 10 m³/s durch den Turbinenkanal ins Unterwasser gelangen. Das restliche Wasser gelangt durch den Grundablass, der synchron zum Zufahren der Turbinen öffnet und dann im Maximum ca. 36 m³/s durchlässt.

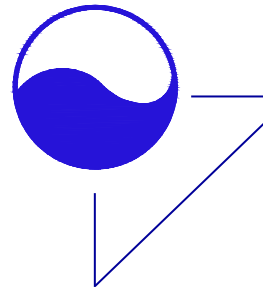
Innerhalb der 30 Minuten Zeitspanne werden die Turbinen sukzessive zugefahren. Dieses langsame Abriegeln des restlichen Turbinendurchflusses hat keine Auswirkungen auf Schwall und Sunk, da der Wasserstand oberhalb des Wehres sehr langsam und sehr wenig ansteigt und damit das Wasser dann über das Wehr fließt.

Höhere Wasserführung (Q_{du330})

Beim Szenario Q_{du330} (höhere Wasserführung) sind die Turbinen der neuen Anlage noch voll beaufschlagt. Wenn also bei dieser Abflussführung ein plötzlicher Turbinenstopp eintritt, müssen 50 m³/s ausgeglichen werden, damit Sunk und Schwall nicht auftreten.

Die Berechnung des Abflusses durch den vollständig geöffneten Bypasskanal erfolgte wie oben beschrieben mit der Wehrformel von Poleni, wobei das Profil am Stemmtor als Wehr betrachtet wird.

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_{\bar{u}}}^{3/2}$$



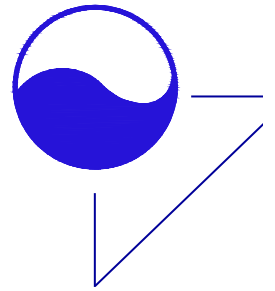
Mit

OW		64,60	m ü. NHN
UW		62,08	m ü. NHN
WK	Wehrkrone	61,18	m ü. NHN
$h_{\bar{u}}$	Überfallhöhe	3,21	m (OW - WK)
μ	Überfallbeiwert	0,60	(gemäß Handbuch Hydraulik)
b	Breite Kanal	4,00	m

Somit ergibt sich die Berechnung zu

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,6 \cdot 4,00 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot 3,21}^{3/2} = \underline{\underline{39 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Wie für den Fall MQ beschrieben, wird auch hier der Turbinenstrom nicht vollständig unterbrochen. Für einen Zeitraum von 30 Minuten sollen die Turbinenleitapparate soweit geöffnet bleiben, dass weiterhin ca. 10 m³/s durch die WKA fließen. Dieser Abflussanteil reduziert sich innerhalb der 30 Minuten so langsam, dass keine Sunk- und Schwallererscheinungen auftreten.



7 Auswirkungen des Vorhabens

7.1 Baubedingte Auswirkungen

Das Vorhaben wird im Eigeninteresse des Bauherrn mit möglichst geringfügigen Eingriffen in Natur und Umwelt realisiert (Kosten). Gleichwohl werden Eingriffe nicht vermeidbar sein.

Eine ausführliche Auflistung und Beschreibung der Eingriffe findet sich in den beiliegenden naturschutzfachlichen Unterlagen. Insbesondere werden dort die Auswirkungen auf Tiere und Pflanzen beschrieben.

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen

In diesen Unterlagen werden auch Aussagen zu den Vermeidungs- und Minimierungsmöglichkeiten gemacht. Für nicht vermeidbare Beeinträchtigungen werden Ersatzmaßnahmen vorgeschlagen. So erfolgt dort eine Eingriffsbilanzierung hinsichtlich der notwendigen Baumfällungen im Baubereich (einschl. Zuwegungen).

Für die Zeit der Baumaßnahmen werden Hochwasserschutzpläne erstellt. Dies erfolgt im Rahmen der Ausführungsplanung in Abstimmung mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt und der zuständigen Wasserbehörde.

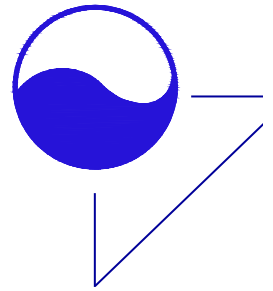
Die Baubereiche werden so konzipiert, dass immer ein ausreichender Hochwasserabflussquerschnitt für normale Hochwasserereignisse gegeben bleibt (z. B. HQ₅).

Die Baugrubeneinfassungen (Spundwände, Bohrpfehlwände, Fahrdämme) werden so angelegt, dass sie bei signifikanten Hochwasserereignissen (> HQ₅) gezielt überströmt werden können.

Die ausführenden Baufirmen werden verpflichtet, sich an die anerkannten Regeln beim Bauen am und im Wasser zu halten (Verwendung von Bio-Schmierstoffen und Hydraulikölen, keine Einleitung von zementhaltigen Abwässern in die Saale – Einrichtung von Vorklärbecken für die Ableitung von Baugrubenwasser, Entfernung von Abfällen aus dem Baubereich etc.).

Die ausführenden Baufirmen werden verpflichtet, den Baustellenlärm auf ein Minimum zu begrenzen. Lärmintensive Arbeiten werden in den normalen Arbeitszeiten ausgeführt.

Erschütterungsintensive Arbeiten (Einbringen von Spundbohlen) werden auf ein Minimum begrenzt.



Hinsichtlich der im Baubereich lebenden Tiere sind die einschlägigen Schonzeiten zu beachten. Baumfällungen sind in der vegetationslosen Zeit durchzuführen. Wenn dies nicht möglich ist, sind die Baumkronen zuvor auf Brutstätten zu untersuchen. Die Schaffung und der Rückbau von Dämmen im Gewässerbett dürfen nur außerhalb der Schonzeit der Fische erfolgen. Abgeschottete Gewässerbereiche werden abgefischt.

Weitere Schutz-, Minderungs- und Vermeidungsmaßnahmen sind in den Naturschutzfachlichen Unterlagen benannt.

7.2 Anlagenbedingte Auswirkungen

Die wesentlichste anlagenbedingte Auswirkung ist die Veränderung des Landschaftsbildes im Bereich der Schleuseninsel / Pregelgmühle. Derzeit ist dieser Bereich dicht mit Gehölzen bewachsen.

An dieser Stelle wird nach Vorhabensrealisierung die Wasserkraftanlage mit Turbinenhaus und Einlaufbauwerk landschaftsbildprägend sein. Allerdings nur für einige Jahre. Neupflanzungen von Bäumen im Anlagenumfeld sind vorgesehen. Nach einiger Zeit wird das Gelände wieder dichter bewachsen sein.

Der installierte Wehraufsatz wird unauffällig sein, da über ihn ständig das Mindestwasser in Höhe von 10 m³/s abgegeben werden muss.

Die Hochwasserneutralität der Anlage ist gewährleistet (vgl. Abschnitt 6.1), da sie nahezu vollständig im höher gelegenen Uferbereich errichtet wird. Diesbezüglich wird es also keine Auswirkungen geben.

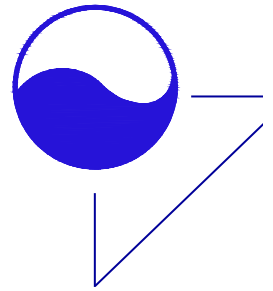
7.3 Betriebsbedingte Auswirkungen

7.3.1 Durchgängigkeit

Die Durchgängigkeit der Saale-Staustufe für Fische und andere aquatische Organismen wird erheblich verbessert.

Aufwärtswanderung

Derzeit gibt es an dieser Staustufe einen Fischaufstieg, der unterwasserseitig im Untergraben der WKA Alsleben angeordnet ist (linkes Saaleufer). Unmittelbar am Wanderhin-



dernis Wehr existiert keine Fischaufstiegsanlage. Das Wehr selbst ist mit seiner Fallhöhe für aufwärtswandernde Fische nicht überwindbar.

Mit der geplanten Wasserkraftanlage wird rechtsseitig am Wehr ein Fischaufstieg geschaffen, der den aufwärtswandernden Fischen, die bis zum Wehrfuß gelangt sind, eine Aufstiegsmöglichkeit bietet. Auf der rechten Flussseite unterhalb des Wehres ist bereits jetzt die Hauptströmung gegeben. Dieser Fakt wird durch die Inbetriebnahme der Wasserkraftanlage nicht wesentlich verändert.

Auch die Aufstiegssituation auf der linken Flussseite bzw. im Unterwasser der WKA Alsleben wird mit dem Vorhaben deutlich verbessert. Durch die beabsichtigte Verringerung des Betriebsdurchflusses der Wasserkraftanlage Alsleben (zugunsten der neuen WKA Pregelmühle) wird sich die hydraulische Situation im Untergraben verbessern. Somit wird ein größeres Fischarten- und -größenspektrum den Fischaufstieg dort erreichen können.

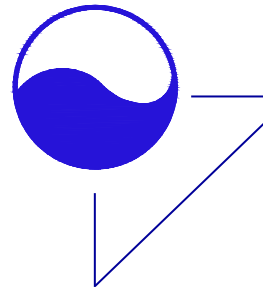
Abwärtswanderung

Wie auch beim Fischaufstieg gibt es derzeit an der linkssufrig gelegenen WKA Alsleben eine Anlage für den Fischabstieg. Auch bei dieser Anlage wird sich die Situation (Funktionsfähigkeit) verbessern, wenn der Betriebsdurchfluss durch die WKA verringert wird. Die Bypassöffnungen in den Fischabstieg vor dem Rechen werden besser für abstiegswillige Fische auffindbar sein, wenn der Zustrom am Rechen reduziert wird.

Daneben wird mit der neuen Fischabstiegsanlage an der rechten Flussseite (an der geplanten WKA Pregelmühle) eine weitere Öffnung in der Staustufe geschaffen, die es gerade sohlorientiert wandernden Arten ermöglicht abzuwandern.

7.3.2 Fischschutz

Wie in Abschnitt 5.4 gezeigt, werden mit dem gewählten Leitrechen (horizontale Ausrichtung, 10 mm lichten Stababstand) und der vorgesehenen Turbinentechnik (Langsamläufer) Schädigungsraten bei Fischen erzielt, die im Vergleich zu anderen Wasserkraftstandorten als äußerst gering einzuschätzen sind (Schädigungsraten bei Blankaalen: 0,0036 %, bei Gelbaalen: 0,2 % und weiteren Fischarten: 0,68 %; keine Schädigung bei Lachssmolts).



7.3.3 Sunk und Schwall

Bei plötzlichem Turbinenstopp muss gewährleistet werden, dass im Wehrunterwasser kein Sunk infolge des kurzfristig ausbleibenden Wassers entsteht. Entsprechend darf im Oberwasser auch kein Schwall erzeugt werden.

Zu diesem Zweck wurde der Bypasskanal des Fischabstieges so dimensioniert (Breite = 4,0 m), dass hier eine entsprechend große Wassermenge in dem Maße durchgeleitet werden kann, wie sie in der Turbinenanlage gerade benutzt wurde. In der Steuerung der Wasserkraftanlage werden die entsprechenden Befehle mit einprogrammiert. Wenn also infolge eines Netzausfalls oder aus sonstigen Gründen die Turbinen plötzlich zufahren (dauert ca. 30 sec.), wird das Stemmtor und das Bremswehr im Bypasskanal so geöffnet, dass ein Ausgleich stattfindet und kein Sunk oder Schwall entsteht.

Die Turbinen werden so eingestellt, dass sie nicht voll zufahren, sondern pro Turbine 5 m³/s für eine Zeitdauer von 30 min durchlassen. Sie schließen dann innerhalb der 30 min sukzessive und so langsam, dass kein Schwall oder Sunk entsteht.

Als wesentliche Verbesserung an dieser Staustufe ist zu nennen, dass in dieses Regime auch die bereits in Betrieb befindliche WKA Alsleben integriert wird. Hier gibt es derzeit keine Möglichkeiten einen Sunk- bzw. Schwallausgleich zu erzielen. Mit dem vorgesehenen Regelorgan (Bypass an der WKA Pregelmühle) wird sich das ändern. Ein plötzlicher Turbinenstopp an der WKA Alsleben wird ebenfalls mit diesem Regelorgan ausgeglichen.

7.3.4 Hochwasserneutralität

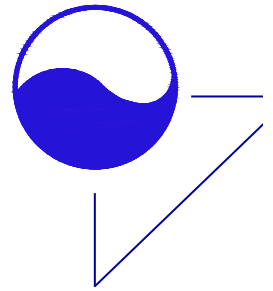
Der Aufsatz auf dem Wehr werden so ausgeführt, dass die Wehrform nicht merklich verändert wird. Somit bleibt der Wehrbeiwert erhalten und es gibt in dieser Hinsicht keine Veränderung im Überströmungsverhalten.

Die Einschränkung des Abflussquerschnitts durch den festen Wehrausgleich wird durch die Schaffung des Grundablasskanals ausgeglichen.

Als weitere Beeinträchtigung des Hochwasserabflussprofils ist die Überbauung des vorhandenen Entlastungskanals zu nennen. Dieser hat eine lichte Breite von 4,15 m und eine Oberkante Sohle von ca. 64,75 m ü. NHN: Der Abfluss durch diesen Entlastungskanal beträgt bei Hochwasser (OW = 67,02 m ü. NHN) ca. 13 m³/s.

Als Ausgleich für die Überbauung wird der Bypasskanal (Fischabstiegskanal) geschaffen. Da dieser deutlich tiefer liegt (OK = 61,39 m ü. NHN), weist er eine deutlich größere Abflusskapazität auf als das alte Entlastungsgerinne, nämlich ca. 47 m³/s.

Ansonsten werden die Bauteile kein zusätzliches Fließhindernis bilden. Die Hochwasserneutralität (bzw. leichte Verbesserung) ist damit gegeben.



7.3.5 Lärmemission

Der Vorhabensbereich mit der Wohnbebauung ist hinsichtlich Lärm vorbelastet. Die Saale erzeugt beim Überströmen des Wehres und im anschließenden Tosbereich eine dauerhafte Geräuschkulisse. Die Lärmintensität schwankt dabei in Abhängigkeit vom Durchflussgeschehen.

Auch nach Vorhabensrealisierung wird Wasser über das Wehr fließen. Es ist nicht zu erwarten, dass sich der Lärmpegel am Standort durch das Vorhaben erhöhen wird. Die Geräuscentwicklung der Wasserkraftanlage mit Fischauf- und -abstieg wird vom Rauschen des Wassers am Wehr überlagert.

Es werden sehr langsam laufende Turbinen und Generatoren installiert, bei denen die Lärmemission gering ist. Die Generatoren werden wassergekühlt ausgeführt, was nochmals zu einer Dämmung führen wird. Zudem werden die Generatoren und Turbinen direkt gekuppelt, die Lärmquellen Riemen oder Getriebe entfallen somit.

Die Anlagentechnik wird sich in einem Gebäude befinden, das einen Großteil der neu entstehenden Emissionen zurückhalten kann, Lüftungsöffnungen werden in den Wänden geschaffen, die von der Wohnbebauung wegzeigen.

Sollten trotzdem Immissionen entstehen, die über den Grenzwerten liegen (ausgewiesen hier Mischgebiet; tags 60 dB(A), nachts 45 dB(A), werden zusätzliche technische Maßnahmen ergriffen, um die Emissionen zu dämpfen.

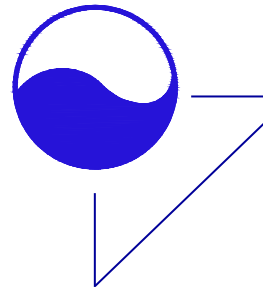
7.3.6 Auswirkungen auf den Oberlieger

Das Steuerungsregime sieht bei geringeren Saaledurchflüssen (bis ca. 53 m³/s) eine leichte Erhöhung des Oberwasserstandes am Wehr Alsleben vor (maximal um + 10 cm gegenüber IST-Zustand). Derlei Durchflüsse treten im Mittel (nach Dauerzahlen) an ca. 120 Tagen im Jahr auf.

Im Gegenzug sollen die Oberwasserspiegellagen am Wehr Alsleben bei mittleren oder höheren Abflüssen (> ca. 58 m³/s) auch geringfügig sinken dürfen (maximal um - 10 cm gegenüber IST-Zustand). Solche Durchflüsse treten im Mittel (nach Dauerzahlen) an ca. 215 Tagen im Jahr auf.

Bei Saaledurchflüssen zwischen ca. 53 und 58 m³/s soll es keine Veränderungen geben.

Sowohl die Erhöhungen als auch die Absenkungen wirken bis zum Unterwasser der WKA Rothenburg zurück. Das Ausmaß der Rückwirkung wurde mit Spiegellinienberechnungen zwischen dem Wehr Alsleben und dem Unterwasserbereich der WKA Rothenburg ermittelt und zwar für alle Abflüsse der Dauerzahlentabelle.



Mit den Werten wurden sodann die Auswirkungen auf die Energieproduktion der WKA Rothenburg bestimmt. Im Ergebnis zeigte sich, dass das vorgesehene Steuerungsregime am Wehr Alsleben keine bis leicht positive Auswirkungen auf die Energieproduktion beim Oberlieger haben wird, eben weil zeitweise der Wasserspiegel auch abgesenkt werden soll.

Dem Betreiber der WKA Rothenburg wurden die Berechnungen vorgelegt und erläutert. Der Betreiber hat dem Vorhaben daraufhin schriftlich zugestimmt.

7.4 Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen für die Eingriffe in Natur und Umwelt werden ausführlich in den naturschutzfachlichen Unterlagen beschrieben.

Anhang 3 Naturschutzfachliche Unterlagen

Wohlsborn, 30.09.2020

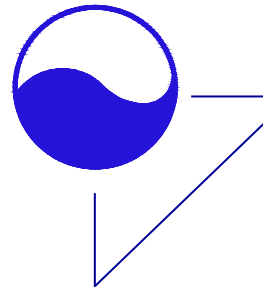
Bischheim, 02.10.2020

Axel Siegemund
Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen mbH

M. Bindewald
Libelle Wasserkraft GmbH

T. Graner
Ingenieurgesellschaft für Wasserkraftanlagen mbH

M. Hilgert
Libelle Wasserkraft GmbH



Quellen

- [1] DWA-Regelwerk – Merkblatt DWA-M 509
Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung,
Bemessung, Qualitätssicherung; 2014

- [2] Ebel, G.: Fischschutz und Fischabstieg an Wasserkraftanlagen – Handbuch Re-
chen- und Bypasssysteme. Mitteilungen aus dem Büro für Gewässerökologie und
Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 4, Halle; 2013

- [3] ATV-DVWK-Themen: Fischschutz und Fischabstiegsanlagen – Bemessung, Ge-
staltung, Funktionskontrolle; 2004

- [4] Ebel, G.: Turbinenbedingte Schädigung des Aals (*Anguilla anguilla*). Mitteilungen
aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band 3, Hal-
le; 2013

- [4] Ebel, G. 2013: Turbinenbedingte Schädigung des Aals (*Anguilla anguilla*). Mittei-
lungen aus dem Büro für Gewässerökologie und Fischereibiologie Dr. Ebel, Band
3, Halle

- [5] Aigner, D., Bollrich, G.: Handbuch der Hydraulik für Wasserbau und Wasserwirt-
schaft; Beuth-Verlag, 2015