

HYDRO-ENERGIE ROTH GMBH

Wasserkraftanlagen · Anlagentechnik · Wasserbau



WASSERKRAFTANLAGE MOESTROFF / SAUER



ANTRAG ZUM BAU EINER FISCHAUFSTIEGSHILFE UND
DER MODERNISIERTEN WASSERKRAFTANLAGE

ERLÄUTERUNGSBERICHT

WASSERKRAFTANLAGE MOESTROFF / SAUER

ANTRAG ZUM BAU EINER FISCHAUFSTIEGSHILFE UND DER MODERNISIERTEN WASSERKRAFTANLAGE

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Auftraggeber:

Energieproduktion Zettinger Bourg S.à.r.l.
31 route de Diekirch
L – 9381 Moestroff

Projektbearbeitung:



HYDRO-ENERGIE ROTH GMBH
Dipl.-Ing. Dirk Maier
Zehntstraße 2
76227 Karlsruhe

Karlsruhe, im Januar 2021



INHALTSVERZEICHNIS

1	VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG	1
2	WKA MOESTROFF - LAGE, EIGENTUM, BESTANDSLEITUNGEN & SCHUTZGEBIETE	2
2.1	LAGE DER WKA MOESTROFF	2
2.3	EIGENTUMSVERHÄLTNISSE	4
2.4	BETROFFENE FLURSTÜCKE UND ANLIEGER	5
2.5	BESTANDSLEITUNGEN	6
3	BESTANDSBAUWERKE	7
4	BEANTRAGTE MAßNAHMEN – BAULICHE ASPEKTE	15
4.1	FISCHAUFSTIEGSHILFE ALS VERTICAL-SLOT	15
4.1.1	REFERENZ-FISCHZÖNOSE	15
4.1.2	LAGE	15
4.1.3	BAUWEISE	15
4.1.4	EINLAUF BZW. AUSSTIEG FISCHWANDERHILFE	17
4.1.5	AUSLAUF BZW. EINSTIEG FISCHWANDERHILFE	17
4.2	GESCHIEBESCHÜTZ	18
4.2.1	LAGE	18
4.2.2	BAUWEISE	18
4.3	FEINGESCHIEBEFANG UND GESCHIEBE- UND ABSCHWEMMSCHÜTZ	19
4.3.1	LAGE	19
4.3.2	BAUWEISE	19
4.4	HORIZONTALRECHENSYSTEM	21
4.4.1	LAGE	21
4.4.2	BAUWEISE	21
4.5	KRAFTHAUS	24
4.5.1	LAGE	24
4.5.2	BAUWEISE	24
4.6	AUSLAUF UND WIEDEREINLEITUNG	25
4.6.1	LAGE	25
4.6.2	BAUWEISE	25
4.7	ANPASSUNGEN OBERWASSERKANAL UND UNTERWASSERKANAL	26
4.7.1	ALLGEMEIN	26
4.7.2	OBERWASSERKANAL	26
4.7.3	ABBRUCH BESTANDSGEBÄUDE	26



4.7.4	UNTERWASSERKANAL	26
5	NACHWEIS HOCHWASSERNEUTRALITÄT	27
5.1	SIMULATIONSGBIET UND LAGE DER QUERPROFILE.....	27
5.2	HOCHWASSERABFLÜSSE	28
5.3	ANPASSUNGEN GEOMETRIE BESTAND / NEUBAU	28
5.4	RANDBEDINGUNGEN DER SIMULATION	29
5.4.1	STRÖMUNGSZUSTAND	29
5.4.2	STARTPARAMETER	29
5.4.3	RAUIGKEITSBEIWERTE	29
5.4.4	ERGEBNIS DER MODELLEICHUNG.....	30
5.5	ERGEBNISVERGLEICH IST- UND PLAN-ZUSTAND	31
5.5.1	VERÄNDERUNG RETENTIONSOLUMEN INNERHALB HQ_{100}	31
5.5.2	HOCHWASSERSENSIBLE ANLAGEN UNTERHALB HQ_{100}	32
5.6	DISKUSSION	32
6	BAUDURCHFÜHRUNG	33
6.1	BAUGRUBENKONZEPT – ZUGÄNGIGKEIT	33
6.2	BAUZEITENPLAN	34
6.3	GESCHÄTZTE ERSTELLUNGSKOSTEN WASSERKRAFTANLAGE	35
6.4	GESCHÄTZTE ERSTELLUNGSKOSTEN DURCHGÄNGIGKEIT, FISCHSCHUTZ UND GESCHIEBESCHÜTZ	36
7	BEANTRAGUNG	37

ANLAGEN

PLANUNTERLAGEN

A_ALLGEMEIN_01: ÜBERSICHT GESAMT	M. 1:1.500
A_ALLGEMEIN_02: ÜBERSICHT FLURSTÜCKE	M. 1:1.500
A_ALLGEMEIN_03_A BIS D: BESTANDSLEITUNGEN	M. 1:1.500
A_FAA_04: FISCHAUFSTIEGSANLAGE ALS VERTICAL-SLOT DRAUFSICHT UND ANORDNUNGSDetail	M. 1:100 & 1:50
A_FAA_05: FISCHAUFSTIEGSANLAGE ALS VERTICAL-SLOT BAUWERKSSCHNITTE A-A UND B-B	M. 1:50
A_FAA_06: GESCHIEBESCHÜTZ DRAUFSICHT UND BAUWERKSSCHNITT C-C	M. 1:200 & 1:100
A_WKA_07: GRUNDRISS WASSERKRAFT - EINLAUF- UND SAUGROHRBEREICH	M. 1:100
A_WKA_08: DRAUFSICHT WASSERKRAFT	M. 1:100
A_WKA_09: BAUWERKSSCHNITTE WASSERKRAFT – SCHNITT C-C BIS E-E	M. 1:100
A_WKA_10: BAUWERKSSCHNITTE WASSERKRAFT – SCHNITT F-F BIS K-K	M. 1:100
A_WKA_11: BAUWERKSSCHNITTE WASSERKRAFT GELÄNDESCHNITTE UNTERWASSERKANAL	M. 1:100
A_WKA_12: DRAUFSICHT UND BAUWERKSSCHNITTE KRAFTHAUS BESTAND	M. 1:100

HYDRAULIK

A_HYDRAULIK_01: QUERSCHNITTE HOCHWASSERBERECHNUNG
A_HYDRAULIK_02: LÄNGSSCHNITT HOCHWASSERBERECHNUNG
A_HYDRAULIK_03: ERGEBNISTABELLE VERGLEICHRECHNUNG HOCHWASSERBERECHNUNG

SONSTIGES

A_SONSTIGES_01: KOSTENBERECHNUNG MAßNAHMEN DURCHGÄNGIGKEIT, FISCHSCHUTZ UND GESCHIEBESCHÜTZ
A_SONSTIGES_02: KOSTENBERECHNUNG MAßNAHMEN WASSERKRAFT

**ABKÜRZUNGEN**

WKA	WASSERKRAFTANLAGE
RRM	RECHENREINIGUNGSMASCHINE
OW	OBERWASSER
UW	UNTERWASSER
OK	OBERKANTE
OKS	OBERKANTE SOHLE
mNN	METER ÜBER NORMAL NULL (HÖHENSYSTEM)
Wsp	WASSERSPIEGEL
MW	MITTELWASSERSTAND
MUW	MITTLERER UNTERWASSERSTAND
MNW	MITTLERER NIEDRIGWASSERSTAND
MNUW	MITTLERER NIEDRIGUNTERWASSERSTAND
HW	HOCHWASSERSTAND
MHW	MITTLERER HOCHWASSERSTAND
MQ	MITTELWASSER ABFLUSS
MNQ	MITTLERER NIEDRIGWASSER ABFLUSS
FAA	FISCHAUFSTIEGSANLAGE
FABA	FISCHABSTIEGSANLAGE

Alle nachfolgenden Angaben zu den Unterschreittagen, Abflüssen oder den Energieerträgen beziehen sich immer auf das langjährige, statistische Mittel. Abweichungen aufgrund feuchter und trockener Jahre verändern die jeweiligen Jahreswerte teilweise erheblich.



1 VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG

Die Nutzung der Wasserkraft reicht am Standort Moestroff bis in das Jahr 1248 zurück.

Aktuell ist am Standort eine funktionsfähige Turbinenanlage mit einer VOITH-Francis-Turbine moderner Bauart. Der Stahlwasserbau inkl. Rechenreiniger sowie der Generator wurden 2008 in umfangreichen Umbaumaßnahmen modernisiert.

Die bestehende Anlage bzw. Turbine kann derzeit nur maximal ca. 8.300 l/s verarbeiten, was theoretisch zu einer max. elektrischen Abgabeleistung von $P_{\text{elektr.}}$ ca. 110 KW führen sollte. Der Ausbaugrad der bestehenden Anlage (Verhältnis Nutzwassermenge zu Mittelwasserabfluss) liegt derzeit bei ca. 30%. Grundsätzlich ist der Wasserkraftstandort somit niedrig ausgebaut und verfügt über eine großzügige, hydrologische Ausbaureserve.

Mit dem Neubau der Wasserkraftanlage soll das vorhandene Ausbau- bzw. Energiepotential ausgeschöpft und das Leistungsvermögen der Anlage erhöht werden.

Zudem wird der Standort durch Installation eines Feinrechens hinsichtlich Fischschutz und bzgl. Durchgängigkeit durch den Bau eines zusätzlichen Fischaufstieges im Bereich des neuen Krafthausstandortes an die aktuellen gesetzlichen Vorgaben bzw. den Stand der Technik angepasst.

Die ökologischen Maßnahmen umfassen neben der Erhöhung der ständig abzugebenden Mindestwassermenge auch die Errichtung und Betrieb eines Durchgängigkeitsbauwerkes am Entnahmewehr. Die Planung und gesonderte Beantragung dieser Maßnahme wurde durch die zuständigen Behörden an das IB Gebler, Walzbachtal vergeben und ist somit nicht Bestandteil des vorliegenden Antrages.

Mit vorliegendem Bericht wird der **Bau** der nachfolgend im Detail beschriebenen Maßnahmen beantragt.



2 WKA MOESTROFF - LAGE, EIGENTUM, BESTANDSLEITUNGEN & SCHUTZGEBIETE

2.1 LAGE DER WKA MOESTROFF

Die bestehende Wasserkraftanlage liegt östlich der Ortslage Moestroff an der Route de Diekirch.

Die Ausleitung der Betriebswassermenge der Wasserkraftanlage erfolgt an der ca. 680 m oberstrom des neuen Krafthauses situierten Wehranlage. Das Streichwehr hat eine Gesamtlänge von ca. 376 m. Am unterstromigen Ende der Wehranlage wird das neue Geschiebeschütz positioniert.

Die Länge des Oberwasserkanals beträgt ca. 320 m. Die Wiedereinleitung der turbinierten Wassermenge erfolgt ca. 150 m unterstrom des neuen Krafthauses

Die Länge der bestehenden und zukünftigen Mindestwasserstrecke beträgt ca. 800 m.



Abbildung 1: Lageübersicht der WKA Moestroff

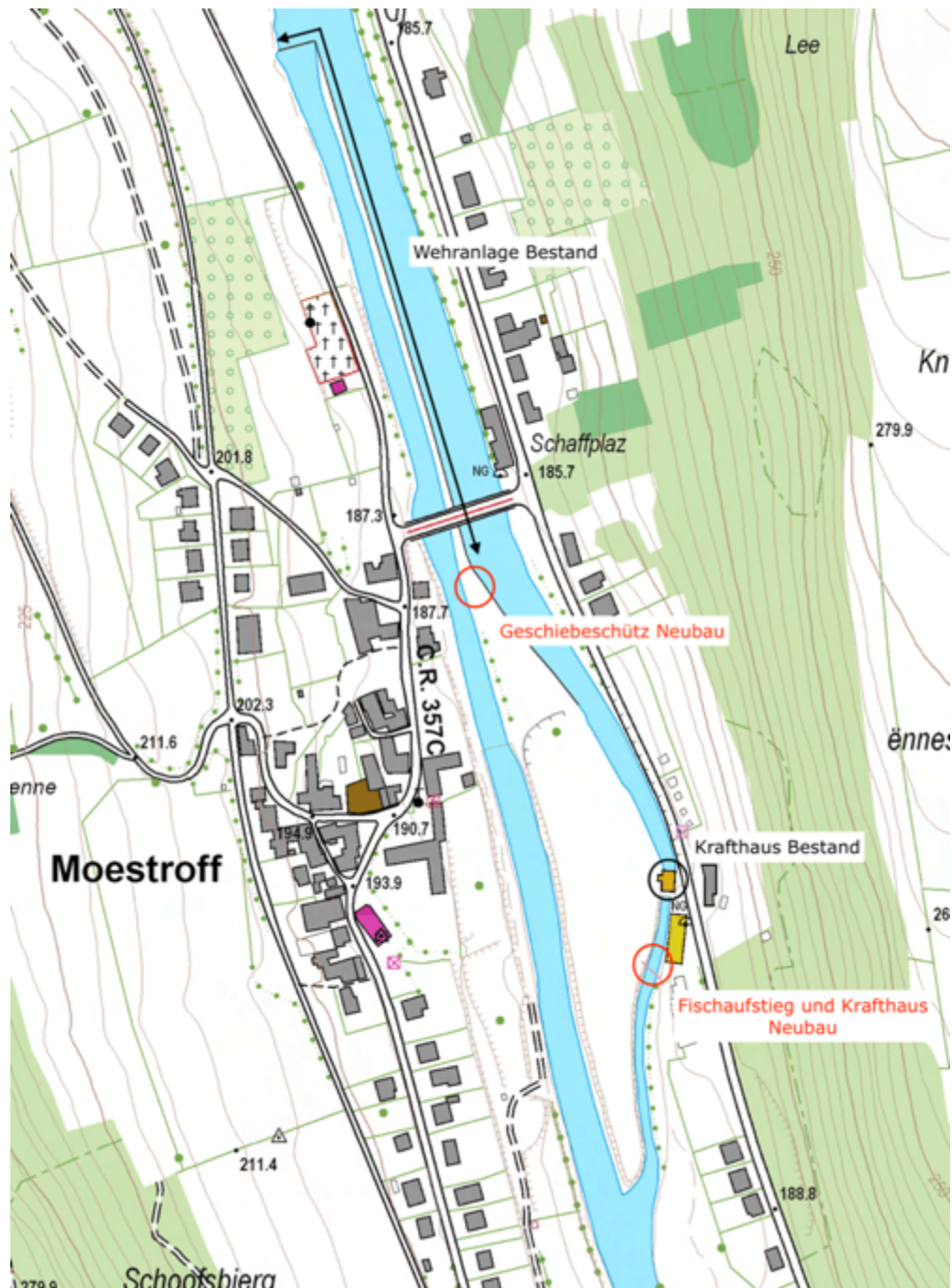


Abbildung 2: Lagedetail der WKA Moestroff



2.3 EIGENTUMSVERHÄLTNISSE

Nachfolgende Abbildung zeigt die Flurstücksverhältnisse im Bereich der WKA Moestroff.



Abbildung 3: Übersicht Flurstücke

HINWEIS: Die Übersicht der Flurstücke liegt dem Antrag in vergrößerter Darstellung als Planbeilage A_Allgemein_02 bei.

2.4 BETROFFENE FLURSTÜCKE UND ANLIEGER

Tabelle 1: Übersicht Flurstücke und Anlieger

Grundstück Nr.	Eigentümer
1441 / 1939	Bettendorf, la Commune
1441 / 1943	Bourg, Emile [8610 Buschrodt]
1508 / 2165	Communauté d'époux Rommes, Jean-Paul [9381 Moestroff] Weis, Garielle Léonie Françoise [9381 Moestroff]
1508 / 2166	Communauté d'époux Dakeu Ngaha, Gisele [9381 Moestroff] Nsandjon Tchuingoua, Francis [9381 Moestroff]
1508 / 2285	Communauté d'époux Karahmetovic, Amra [9381 Moestroff] Licina, Nurfad [9381 Moestroff]
1508 / 2286	Communauté d'époux Karisik, Sanela [9381 Moestroff] Licina, Nurfad [9381 Moestroff]
1508 / 2287	Bourg, Emile [8610 Buschrodt]
1508 / 2288	Bourg, Emile [8610 Buschrodt]
1510 / 1038	Bettendorf, la Commune
1510 / 1039	Bourg, Emile [8610 Buschrodt]
1514 / 2172	Bettendorf, la Commune



2.5 BESTANDSLEITUNGEN

In nachfolgender Auflistung aufgeführte Ver- und Entsorger wurden bzgl. im Maßnahmenbereich verlaufender und somit bei der Genehmigungsplanung zu berücksichtigenden Leitungen angefragt.

- Gemeindeverwaltung Bettendorf
- Creos Luxembourg S.A.
- Post Technologies

Die uns übermittelten Leitungsverläufe wurden in die beiliegenden Planunterlagen eingearbeitet.

HINWEIS: Die Übersicht der Bestandsleitungen liegen dem Antrag als Planbeilage A_Allgemein_03_a bis d bei.

HINWEIS: Die exakte Lage und Verlegetiefe der evtl. betroffenen Leitungen ist vorab jeglicher Baumaßnahme, in Absprache mit dem jeweiligen Versorger, bei Bedarf durch Handschachtung bzw. Sondierungsgrabungen zu bestimmen!

3 BESTANDSBAUWERKE

Nachfolgende Bilddokumentation zeigt einen kurzen Überblick über die bestehenden Bauwerke von der Wehranlage bis hin zur Wiedereinmündung.



Abbildung 4: Wehranlage – Bereich zukünftiges Rampenbauwerk



Abbildung 5: Wehranlage - OW Brückenbauwerk – Blick gegen FLR



Abbildung 6: Wehranlage – Bereich zukünftiges Geschiebeschutz – Blick in FLR



Abbildung 7: Oberwasserkanal – Bereich Krafthaus – Blick gegen FLR



Abbildung 8: Oberwasserkanal – Bereich Krafthaus – Blick in FLR



Abbildung 9: Krafthaus – Ansicht von OW



Abbildung 10: Krafthaus – bestehender Rechenreiniger + Leerschuss



Abbildung 11: Krafthaus – bestehendes Einlaufschütz + Greifer



Abbildung 12: Krafthaus – bestehende Maschinentechnik



Abbildung 13: Krafthaus – Ansicht von UW



Abbildung 14: Unterwasserkanal – Bereich Krafthaus – Blick in FLR



Abbildung 15: Unterwasserkanal – Bereich zukünftiges Baufeld - Blick in FLR



Abbildung 16: zukünftiges Baufeld – Bereich Brückenquerung UW



Abbildung 17: zukünftiges Baufeld – Bereich Brückenquerung UW – Blick gegen FLR



Abbildung 18: Wiedereinmündung Unterwasserkanal – Blick in FLR



4 BEANTRAGTE MAßNAHMEN – BAULICHE ASPEKTE

Nachfolgend werden die beantragten Bauteile hinsichtlich der baulichen Aspekte im Detail beschrieben.

4.1 FISCHAUFSTIEGSHILFE ALS VERTICAL-SLOT

4.1.1 REFERENZ-FISCHZÖNOSE

Die Sauer ist am Anlagenstandort in die Barbenregion einzuordnen, wobei der Atlantische Lachs für die sich aus den relevanten Fischmaßen und -proportionen ableitenden geometrischen Grenzwerten maßgebend ist.

4.1.2 LAGE

Ergänzend zu dem Durchgängigkeitsbauwerk im Wehrbereich muss zur Erzielung einer uneingeschränkten Durchgängigkeit zusätzlich im Bereich des neuen Krafthauses eine Fischaufstiegsanlage errichtet werden. Das Bauwerk wird an der orographisch rechten Seite des Bauwerkes parallel zum Leerschuss geführt.

4.1.3 BAUWEISE

Auf Grund des zu überwindenden Höhenunterschiedes und der im Unterwasser stark schwankenden Wasserstände soll der Fischaufstieg in einer technischen und gewendelten Bauweise als Vertical-Slot auf der in FLR rechten Kraftwerksseite vorbei und ins Unterwasser geführt werden.

Die Bauweise stellt nach heutigen Erkenntnissen den erfolgreichen Aufstieg für starke wie auch für schwache in der Sauer vorkommende Fischarten sicher. Durch die Auslegung der einzelnen Höhengsprünge von maximal 0,12 m wird sichergestellt, dass in den Schlitten zwischen den einzelnen Becken keine zu hohen Fließgeschwindigkeiten vorkommen.

Der Vertical-Slot wird in einem Stahlbetontrog geführt. Die einzelnen Becken werden durch nachfolgend der Erstellung des Trogbauwerks einzubringende Trennwände als Fertigteile aus vorzugsweise Stahlbeton gebildet. Diese sollen den jeweiligen Beckenwasserstand bei normalen Betriebszuständen kaum überragen, so dass ein schnelles Überlaufen im Hochwasserfall gewährleistet ist.

Für die untersten Becken werden zur Verbesserung der Leitströmung erhöhte Trennwände vorgesehen. Alle Kanten der Trennwände sind gut abzurunden.

In den Becken wird eine grobe und durchgängige ca. 25 cm mächtige Sohlsubstratschicht eingebracht. Um auch im Bereich der Anrampung im Einlauf eine dauerhafte Sicherung des Substrats zu erreichen, werden hier zusätzlich grobe Rundwackeln in den noch plastischen Beton als Substratbremsen eingebracht.



Abbildung 19: Vertical-Slot in gewendelter Bauweise - Forellenregion



4.1.4 EINLAUF BZW. AUSSTIEG FISCHWANDERHILFE

Der Ausstieg aus dem Vertical-Slot ins Oberwasser bzw. Einlauf erfolgt durch eine ca. 8,0 ° geneigten Zulauframpe, welche bis zum Anschluss der Bodenplatte des Zulaufes zum Feinrechen auf ca. 0,90 m verjüngt wird.

4.1.5 AUSLAUF BZW. EINSTIEG FISCHWANDERHILFE

Der unterwasserseitige Einstieg bzw. Auslauf des Vertical-Slots erfolgt durch die gewendelte Ausföhrung nur ca. 2,20 m unterstrom des Saugrohrauslaufes.

Die Übergänge vom Fischaufstieg zur Gewässersohle sind auch in diesem Bereich mit durchgehend grobem Sohlsubstrat vorgesehen.

Die letzte Trennwand des Vertical-Slots wird ohne Umlenkblock ausgeföhrt, so dass die Strömung nicht in Richtung rechtsseitigem Ufer bzw. Trogbauwerk abgelenkt wird.

4.2 GESCHIEBESCHÜTZ

4.2.1 LAGE

Am unterstromigen Abschluss des Streichwehres soll ein neues zusätzliches Geschiebeschutz installiert werden. Der Geschiebefang inkl. Geschiebeschutz kann im Zulaufbereich bereits effektiv ankommendes Geschiebe aus dem Oberwasserkanal fernhalten.

4.2.2 BAUWEISE

Das Geschiebeschutz steht im Zusammenhang mit einer auszubildenden Geschiebeschwelle in Richtung des Oberwasserkanals. Die ca. 1,00 m hohe Geschiebeschwelle bewirkt den Geschieberückhalt vor dem Eintritt in den sich verzüngenden Oberwasserkanal. Im Nahbereich der Schütztafel wird die Schwelle zur Herstellung der sohnnahen Durchgängigkeit mit einer schrägen Rampe unterbrochen. Da die effektive Räumwirkung bei Öffnung der Schütztafel mit zunehmendem Abstand zu dieser deutlich abnimmt, wird die Schwelle nicht auf die komplette Gewässerbreite ausgeführt, sondern auf eine Länge von ca. 25,0 m beschränkt.

Das Geschiebeschutz, vorzugsweise aus Stahl gefertigt, soll mit einer lichten Breite von ca. 5,00 m und einer Höhe von ca. 2,30 m eingebaut werden. Der Gesamthub der elektrifizierten und in die Anlagensteuerung integrierten Schütztafel beträgt 2,50 m.



Abbildung 20: Ähnliche Bauweise Schütztafel - WKA Erlenmühle an der Murg

4.3 FEINGESCHIEBEFANG UND GESCHIEBE- UND ABSCHWEMMSCHÜTZ

4.3.1 LAGE

Ein zusätzlicher Feingeschiebefang ergibt sich bauartbedingt im Vorhofbereich des nachfolgend beschriebenen Rechenbauwerkes. Den unterstromigen Abschluss des Feingeschiebefangs bildet das Geschiebe- / Abschwemmschütz.

4.3.2 BAUWEISE

Der betonierte Vorhof wird als eine in Richtung des geplanten Geschiebe- / Abschwemmschützes geneigte, schiefe Ebene vor dem Rechen ausgeführt werden und den Geschieberückhalt vor dem Rechen bewirken. Durch die Neigung der Bodenplatte wird die Raumwirkung des Geschiebe- / Abschwemmschützes unterstützt.

Den Abschluss des sog. Geschiebefanges bildet die ca. 0,4 bzw. 1,00 m hohe Geschiebeschwelle.

Das als Doppelschütz konzipierte Geschiebe- / Abschwemmschütz dient der Geschwemmselweitergabe, die Geschiebeabfuhr und der Entlastung bei Turbinenschnellschluss. Das Doppelschütz ist hierbei horizontal in zwei Schütztafeln unterteilt, die Ober- und die Untertafel.

Die Obertafel wird abhängig vom Hersteller als Schütztafel oder Klappe ausgeführt werden.

Die Obertafel wird mit jedem Rechenreinigungsvorgang teilabgesenkt. Die Teilabsenkung wird üblicherweise nicht bis zur UK des Rechenfeldes erfolgen, sondern nur etwa 0,3 - 0,6 m unter die Wasseroberfläche. Die Obertafel oder Klappe sollte daher ein geeignetes, abschwemmförderndes Profil aufweisen. Insbesondere in der Laubfallzeit und bei Hochwasser muss die Obertafel für den Dauerbetrieb vorgesehen sein.

Tabelle 2: Technische Daten des beantragten Doppelschützes

Lichte Breite	ca. 2,50 m
Höhe Gesamtsystem	ca. 3,85 m



Abbildung 21: Ähnliche Bauweise Doppelschütz - WKA Rappenberghalde



4.4 HORIZONTALRECHENSYSTEM

4.4.1 LAGE

Das Horizontalrechensystem wird im zukünftigen Oberwasserbereich als Abschluss des vorab beschriebenen Feingeschiebefangs mit einem Winkel von ca. 35° schräg zur Hauptströmung installiert. An der orographisch linken Seite schließt das Rechenbauwerk an das Bestandsmühlengebäude an. Am unterstromigen Abschluss endet das Rechenfeld mit dem Übergang auf das Geschiebe- / Abschwemmschütz.

4.4.2 BAUWEISE

Fischschutzsysteme sollen zum einen das Einschwimmen der Fische in die Turbine verhindern und zum Anderen Verletzungen am Turbinenrechen ausschließen. Nach heutigem Kenntnisstand sind grundsätzlich nur mechanische Einschwimmbarrieren in Form von Feinrechen als Fischschutzsysteme geeignet. Zu diesem Zweck werden Feinrechen vor den Turbinenzuläufen vorgesehen, deren lichter Stababstand und die Anströmbedingungen das Einschwimmen in die Turbine verhindern.

Bei einem Horizontalrechensystem liegen die Rechenstäbe horizontal in der Strömung. Die horizontalen Rechenstäbe sind nicht auf eine möglichst senkrechte Anströmung angewiesen, daher lassen sich die Rechenfelder schräg in der Hauptströmung platzieren, wodurch sich wiederum auf einfache Weise große Rechenfelder erzeugen lassen. Die Schrägstellung wirkt positiv auf den Fischschutz und auf den Geschwemmselrückhalt. Einige Untersuchungen zeigen auch, dass Horizontalrechen eine gute Leitwirkung für die Fische aufweisen.

Gegenüber einem konventionellen Vertikal-Stabrechen gleichen lichten Stababstandes ist der Schutzgrad eines Horizontalrechens deutlich höher, da die Körperhöhe der Fische im Vergleich zu ihrer Körperbreite größer als der lichte Rechenstababstand der horizontal angeordneten Rechenstäbe ist.

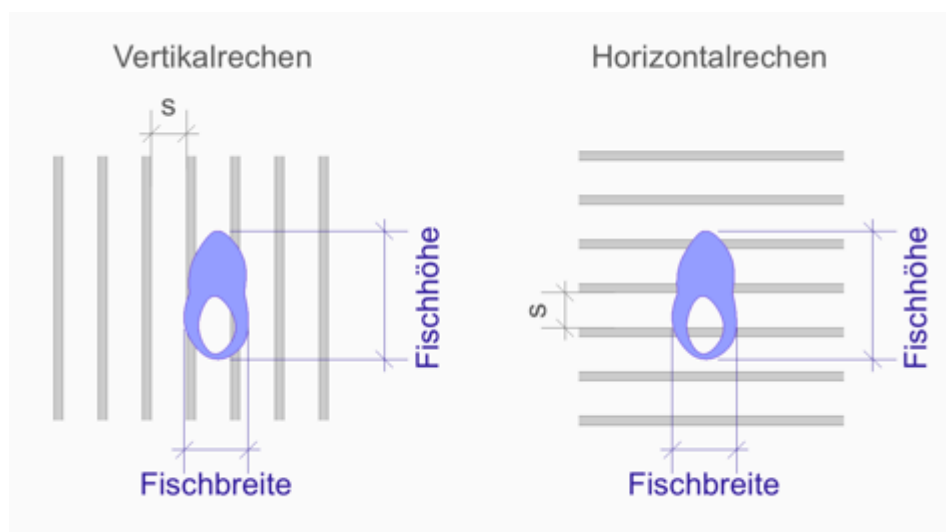


Abbildung 22: Vergleich des Schutzgrades am Horizontalrechen und am Vertikalrechen



Da unter dem Rechenfeld ein Absatz für Geschiebe eingeplant werden muss, werden die Rechenfelder deutlich breiter als hoch gebaut. Die horizontalen Rechenstäbe sind nicht auf eine möglichst senkrechte Anströmung angewiesen, daher lassen sich die Rechenfelder schräg in die Hauptströmung platzieren. Wodurch sich wiederum auf einfache Weise große Rechenfelder erzeugen lassen.

Positive Betriebserfahrungen haben in den letzten Jahren zu einer größeren Verbreitung dieser Rechensysteme vor allem im Zusammenhang mit dem Fischschutz geführt.

Aus den vorgenannten Überlegungen heraus wird für den Neubau der WKA Moestroff an der Sauer ein Horizontalrechensystem mit den nachfolgend aufgeführten Daten beantragt.

Tabelle 3: Bautechnische Daten des beantragten Horizontalrechensystems

Länge Rechenfeld	ca. 22,00 m
Höhe Rechenfeld	ca. 2,60 m
Lichter Rechenstababstand	10 mm
OK Rechenfeld	182,00 mNN
OK Verfaberebene	184,90 mNN
Rechenneigung zur Anströmrichtung	ca. 35°



Abbildung 23: Beispiel eines Horizontalrechensystems

WKA Rappenberghalde, Abmessungen ca. 25,0 x 2,20 m, Ausbauwassermenge ca. 22,0 m³/s



4.5 KRAFTHAUS

4.5.1 LAGE

Nach dem Rechendurchtritt wird die Wassermenge über den zweigeteilten Einlaufbereich den Einlaufspiralen der Turbinen zugeführt. Das Krafthaus wird oberhalb der Einlaufspiralen in Massivbauweise errichtet.

4.5.2 BAUWEISE

Das Krafthaus beherbergt die Turbinen, die Generatoren, die Steuerung und die Hydraulik.

Für die Nutzung der modernen zwei Turbinen Anlage (Kaplan-Schacht) ist eine Grundfläche von ca. 11,0 x 8,2 m vorgesehen. Es ist eine Ausführung in Massivbauweise unter einem Pultdach, entsprechend der heutigen Ausführung geplant. Doppelt verglaste Kunststofffenster in Richtung Oberwasser und seitlich zum Fischaufstieg sollen für ausreichend Tageslicht sorgen und dem Nutzgebäude ein ästhetischeres Äußeres verleihen.

Das Gebäude erhält eine großzügiges Zugangstor mit den Abmessungen licht 3,0 x 3,0 m.

Auf Grund der hydraulischen bedingten Einbauhöhen der Turbinen (Kavitationsfreiheit) und der vorhandenen Geländehöhen wird das Kraftwerksgebäude zweigeschossig ausgeführt werden. Wobei der obere Zugangsbereich als ca. 3,50 m breite Galerie ausgeführt wird. In dem oberen Bereich (Schaltschrankebene) wird die Elektrotechnik (z. B. Steuerschränke etc.) eingerichtet werden.

Der Zugang zur ca. 2,90 m tiefer liegenden Turbinenebene kann wahlweise über einen seitlichen Treppenabgang sowie über einen platzsparenden Leiterzugang erfolgen.

Durch die Ausbildung der Galerie kann im Revisionsfall die Turbinen und Generatortechnik durch einen Krafthauskran auf die Schaltschrankebene angehoben und aus dem Krafthaus heraus transportiert werden.

Der gesamte Krafthausstrog wird als wasserdichte Wanne ausgeführt. Umläufigkeiten um das Bauwerk herum werden im Anschlussbereich zum Bestand durch eine Drainage gefasst und in das Unterwasser geführt.

4.6 AUSLAUF UND WIEDEREINLEITUNG

4.6.1 LAGE

Nach dem Rechendurchtritt wird die Wassermenge über den zweigeteilten Einlaufbereich den Einlaufspiralen der Turbinen zugeführt. Das Krafthaus wird oberhalb der Einlaufspiralen in Massivbauweise errichtet.

4.6.2 BAUWEISE

Nach dem Turbinendurchgang wird das Wasser über den anschließenden Saugrohrkonus und Diffusor in einem trogartigen, hydraulisch günstigen Auslauf in den Unterwasserkanal zurückgeleitet. Die Ausbildung der Saugrohrform kann hier wahlweise als Holzschalung, welche nach dem Betonvorgang wieder entfernt wird oder als verbleibende Stahlschalung ausgeführt werden.

Durch die hydraulisch günstige Ausbildung wird das ausströmende Wasser weiter beruhigt. Ein möglichst beruhigter Auslauf ist wiederum Voraussetzung für eine gute Auffindbarkeit der Fischaufstiegsanlage.

Nach dem Saugrohr werden seitlich Nuten zum Einsatz eines Dammbalkenverschlusses eingebaut. Mit diesen kann bei Revisionsarbeiten an der Wasserkraftanlage der Auslauf verschlossen und der Saugrohrbereich entleert werden.



Abbildung 24: *Betonvorgang Saugrohrschalung*



4.7 ANPASSUNGEN OBERWASSERKANAL UND UNTERWASSERKANAL

4.7.1 ALLGEMEIN

Das hydraulische System mit Zuführung (Oberwasserkanal) und Ableitung (Unterwasserkanal) müssen im Zuge der Umbaumaßnahmen an die neue Ausbauwassermenge angepasst werden.

4.7.2 OBERWASSERKANAL

Um die hydraulischen Verluste im Oberwasser der Neuanlage zu minimieren, wurde über die durchgeführte 1-dimensionale Simulation ermittelt, dass der Oberwasserkanal im Oberwasser des bestehenden Krafthauses um im Mittel ca. 1,0 m eingetieft werden muss, so dass die zukünftige Sohlage auf ca. 180,00 mNN zu liegen kommt.

Die Anpassung der Sohlage soll wannenförmig ausgeführt werden; d. h. der tiefste Bereich der notwendigen Eintiefung wird in der Gewässermitte liegen.

Die orographisch rechte Ufermauer wurde durch die Betreiber der Anlage im Jahr 2008 erneuert. Die hier zur Verfügung stehenden Planunterlagen lassen auf eine ausreichende Gründungstiefe schließen.

Für die orographisch linksseitige Uferwand / Stützwand liegen leider keine Planunterlagen vor, aus welchen die Gründungstiefen hervorgehen. Daher ist hier eine Erkundung der Gründungstiefe alsbald nach Trockenlegung des Bereiches zum Abbruch des Bestandsgebäudes vorgesehen. Die aktuelle Planung sieht die Sicherung der Bestandsbauwerke durch Ausbildung eines Steinsatzes vor. Sollte bei der Erkundung eine in Bezug auf die neue Höhenlage der Gewässersohle nicht ausreichende Gründungstiefe festgestellt werden, so sind in diesem Bereich abschnittsweise Unterfangungsarbeiten vorzusehen.

4.7.3 ABBRUCH BESTANDSGEBÄUDE

Nach Rückbau der bestehenden Maschinen- und Elektrotechnik sowie des Stahlwasserbaus wird der bestehende Hochbau des Krafthauses abgebrochen und fachgerecht entsorgt. Hierzu wird vorab der gesamte Bereich mittels eines Fangedamms trockengelegt. Die Abbrucharbeiten werden überwiegend von der Mittelinsel aus erfolgen.

Die nach Abbruch des Bestandsgebäudes entstehende Gewässersohle wird mit entsprechendem Gefälle von Ober- nach Unterwasser anmodelliert. Nachfolgend wird der Bereich des heutigen Saugrohres mit Füllbeton C 30/37 verfüllt. Die seitlichen Bauwerksbereich, außerhalb des Saugrohres, werden bis auf die entsprechende Höhenlage abgebrochen.

Zur Herstellung einer durchgehend rauen Sohle werden die Bereiche der Verfüllung entsprechend der Sohle des Fischaufstieges mit gebrochenem Sohlsubstrat überschüttet. Zur Vermeidung des Abtrages sollen in die neue Betonsohle bereits vereinzelt Steine in den Frischbeton eingedrückt werden, so dass diese als Substratbremsen dienen.

4.7.4 UNTERWASSERKANAL

Der Unterwasserkanal wird nach dem neuen Krafthaus ebenfalls zur Vermeidung übermäßiger hydraulischer Verluste an die neue Abflusssituation angepasst. Die Sohlage soll in diesem Bereich zukünftig auf ca. 178,90 mNN (ehemals ca. 179,20 mNN) zu liegen kommen. Zudem wird der zukünftige Unterwasserkanal am orographisch rechten Ufer bzw. in Richtung Mittelinsel etwas verbreitert. Die zukünftige mittlere Sohlbreite soll ca. 10,0 m betragen.

5 NACHWEIS HOCHWASSERNEUTRALITÄT

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens ist es notwendig die Hochwasserneutralität der geplanten Maßnahmen nachzuweisen.

Die maßgebenden Abflusssituationen wurden daher mittels 1-dimensionaler Wasserspiegellagenberechnung (HEC-RAS 4.1.0) computergestützt simuliert. Das Programmsystem HEC-RAS wird durch das US Army Corps of Engineers am Institute for Water Resources in Davies / USA nachhaltig erstellt.

HINWEIS: Die Simulation und Ergebnisse basieren auf dem Planungsstand der Bauwerke Dezember 2019. In der nun zur Genehmigung vorgelegten aktualisierten Planung musste das Krafthaus, auf Grund der zu vergrößerten Rechenfläche, um ca. 4,50 m nach Unterwasser verschoben werden.

Da diese Verschiebung keine weiteren Auswirkungen auf die maßgebenden hochwasserbeeinflussenden Dimensionen des Bauwerkes hat, wurde auf eine Aktualisierung der Berechnung verzichtet. Die nachstehenden Ergebnisse etc. sind weiterhin gültig.

5.1 SIMULATIONSGBIET UND LAGE DER QUERPROFILE



Abbildung 25: Lage der Querprofile

Zur Erstellung der Berechnungsgeometrie wurde uns durch die Administration de la Gestion de l'eau – Division de l'hydrologie das Digitale Geländemodell (DGM) zur Verfügung gestellt, welches im Zuge des Projektes der Hochwassergefahrenkarten 2019 aufbereitet wurde. Das übermittelte DGM umfasst eine Gewässerstrecke im Bereich der geplanten Maßnahmen von ca. 1.100 m.

Die erstellte Berechnungsgeometrie für die 1-dimensionale Hochwasserberechnung umfasst insgesamt 24 Gewässerquerprofile. Die Gewässerquerprofile wurde in dem Open-Source-Geographischem-Informationssystem QGIS (Version 2.18.14) mit dem zusätzlichen Profile Tool erstellt. Die Lage der gewählten Querprofile ist in nachfolgender Abbildung dargestellt. Die sich innerhalb des Gebiets teilweise aufteilenden Gewässerabschnitte (z. B. Oberwasserkanal und Mutterbett Sauer etc.) wurden innerhalb der Berechnungen als über die gesamte Gewässerbreite zusammenhängende Querprofile abgebildet.

Für die zu simulierenden Hochwasserabflüsse ist von einer großflächigen Überschwemmung der abtrennenden Inselbereiche auszugehen, so dass eine getrennte Betrachtung der Einzelabschnitte nicht notwendig bzw. zielführend erscheint.

5.2 HOCHWASSERABFLÜSSE

Die in der Simulation berücksichtigten Hochwasserabflüsse wurden den Hochwassergefahrenkarten aus dem Nationalen Geoportal des Großherzogtums Luxemburg entnommen.

Tabelle 4: Hochwasserabflüsse der Sauer

HQ ₁₀	ca. 514,82 [m ³ /s]
HQ ₂₅	ca. 610,78 [m ³ /s]
HQ ₅₀	ca. 645,04 [m ³ /s]
HQ ₁₀₀	ca. 708,56 [m ³ /s]
HQ _{Extrem}	ca. 991,98 [m ³ /s]

5.3 ANPASSUNGEN GEOMETRIE BESTAND / NEUBAU

Zur Betrachtung des Bestandes wurden die Querprofile aus dem DGM um die Einhausung der Bestandsanlage erweitert. Die Lage der Querprofile wurde so gewählt, dass das bestehende Krafthaus zwischen den Querprofilen 10 und 11 zu liegen kommt.

Der Standort des neuen Krafthauses liegt im Unterwasserkanal des Bestandsgebäudes ca. 60 m entfernt und wurde in den Berechnungen zwischen den Querprofilen 8 und 9 berücksichtigt.

Zudem haben wir innerhalb des Berechnungslaufes des Neubaus, die Bestandsprofile an die nach Abbruch des Bestandes im Oberwasserkanal und im Unterwasserkanal vorgesehenen baulichen Änderungen entsprechend der Ausführungen in den vorstehenden Kapiteln angepasst.

Das sonstige Gelände im Simulationsgebiet, einschließlich des Wehres, wurde in den vergleichenden Berechnungen Bestand – Neubau nicht verändert.

5.4 RANDBEDINGUNGEN DER SIMULATION

5.4.1 STRÖMUNGSZUSTAND

HEC-RAS bietet die Möglichkeit die Berechnungen auf Grundlage eines strömenden Abflusszustand, d. h. $Fr < 1$, bzw. schießenden Abflusszustand d.h. $Fr > 1$ durchzuführen.

Die Froude-Zahl ist eine dimensionslose Kennzahl. Sie stellt ein Maß für das Verhältnis von Trägheitskräften zu Schwerkraften innerhalb eines hydrodynamischen Systems dar.

Im vorliegenden Fall wurden die Berechnungen für einen strömenden Abflusszustand durchgeführt.

Eine vergleichende Betrachtung einer zusätzlich Programmfunktion der Berechnung gemischt (strömend/schießend) ergab keine Abweichungen zur strömenden Betrachtung.

5.4.2 STARTPARAMETER

Zur Berechnung der Wasserstände bei einem strömenden Abflusszustand und vorgegebenem Abfluss benötigt das Programmsystem die Eingabe eines Startparameters hinsichtlich des Wasserstandes am unterstromigen Ende.

Im vorliegenden Fall wurden die Wasserstände am unterstromigen Ende des Modellgebietes (Querprofil 1) den Hochwassergefahrenkarten vom Nationalen Geoportal des Großherzogtums Luxemburg entnommen.

Tabelle 5: Startparameter

HQ ₁₀	ca. 514,82 [m ³ /s]	183,94 mNN
HQ ₂₅	ca. 610,78 [m ³ /s]	184,46 mNN
HQ ₅₀	ca. 645,04 [m ³ /s]	184,63 mNN
HQ ₁₀₀	ca. 708,56 [m ³ /s]	184,92 mNN
HQ _{Extrem}	ca. 991,98 [m ³ /s]	186,00 mNN

5.4.3 RAUIGKEITSBEIWERTE

Die Eichung des Berechnungsmodells bzw. der Rauigkeitsbeiwerte erfolgte an den Querprofilen des Nationalen Geoportals des Großherzogtums Luxemburg. Hier werden für die unterschiedlichen Querprofilen Wasserspiegellagen zu den betrachteten Abflüssen ausgegeben.

Die k_{st} -Werte werden für den Flussschlauch und die rechts- und linksseitigen Vorländer getrennt betrachtet, da sich Bewuchs und Sohleneigenschaften unterschiedlich auf die Rauigkeiten auswirken.

Für die Vorländer rechts und links wurden k_{st} -Werte von ca. 16 m^{1/3}/s bzw. als von HEC-RAS verwendeter Beiwert nach Manning $n = 1/k_{st} = 0,06$ s/m^{1/3} ermittelt.

Im Flussschlauch wurde zusätzlich zwischen den Gewässerabschnitten mit und ohne Mittelinsel (zwischen Mutterbett und dem Ober- bzw. Unterwasserkanal) unterschieden. Der k_{st} -Wert für den Gewässerabschnitt mit Mittelinsel wurde als 25 m^{1/3}/s bzw. $n = 0,04$ s/m^{1/3} ermittelt und für die



beiden Abschnitte ober- und unterstrom dieses Bereichs zu $33 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ bzw. $n = 0,03 \text{ s/m}^{1/3}$ bestimmt.

5.4.4 ERGEBNIS DER MODELLEICHUNG

Die Wasserspiegellagen aus dem Simulationsmodell liegen mit den ermittelten k_{st} -Werten etwa 10 cm unter den für die Eichung verwendeten Ergebnissen aus den Hochwassergefahrenkarten von 2013.

Dieser Unterschied ist entlang der kompletten Gewässerstrecke und für alle Abflüsse zu beobachten. Eine weitere Anpassung der Rauigkeitsbeiwerte würde u. E. zu stark von der Realität abweichenden Werten führen.

Der Fokus der durchgeführten Berechnungen liegt nicht darauf die Ergebnisse der amtlichen Hochwasserberechnungen 1:1 zu bestätigen bzw. zu erreichen, sondern in einem eigenen 1-dimensionalen Berechnungsmodell die IST-Zustand mit der PLAN-Zustand zu vergleichen und somit eine Hochwasserneutralität der geplanten Maßnahme nachzuweisen.

Bei den sich darstellenden geringen Abweichung der Berechnungsergebnisse kann jedoch von einer ausreichenden Übereinstimmung und somit ausreichenden Genauigkeit des aufgestellten Berechnungsmodells ausgegangen werden.

5.5 ERGEBNISVERGLEICH IST- UND PLAN-ZUSTAND

Aus der Simulation mit dem neuen Krafthaus ergeben sich Wasserspiegellagen, die den Bestandsimulationen überwiegend gleichen. Sowohl am oberen als auch am unteren Rand des Modellgebietes ergeben sich bei beiden Berechnungen identische Wasserspiegellagen.

In dem Bereich zwischen den in der Geometrie ergänzend dargestellten Krafthausstandorten unterscheiden sich die Wasserspiegellagen in geringem Maße.

So steigt die Wasserspiegellage am Querprofil 9 (vor dem neuen Krafthaus) für alle betrachteten Abflüsse gegenüber der Bestandssituation ohne Krafthaus in diesem Bereich um ca. 4 cm an. Dieser Unterschied in der Wasserspiegellage bleibt für die Strecke bis zum Bestandskrafthaus gleich.

Am Querprofil 11 (Oberwasser des Bestandskrafthauses) nähern sich die Wasserspiegellagen bereits wieder an. Hier wurde in den Berechnungen ein Unterschied von nur 1 cm für ein HQ₁₀ bis zu 1,7 cm für ein HQ_{Extrem} ermittelt.

Weitere 125 m im Oberwasser, an Querprofil 13, sind die Wasserspiegellagen nahezu identisch. Die Unterschiede in den Wasserspiegellagen liegen in diesem Abschnitt und im nachfolgenden Bereich bei wenigen Millimetern.

Die gesamte Ergebnisdarstellung liegt diesem Bericht als Anlage A_Hydraulik_01 bis A_Hydraulik_03 bei.

5.5.1 VERÄNDERUNG RETENTIONSOLUMEN INNERHALB HQ₁₀₀

Ergänzend zu den Wasserspiegelberechnungen müssen die sich durch die geplanten Maßnahmen ergebenden Veränderung des Retentionsvolumen innerhalb HQ₁₀₀ bilanziert werden.

	Zugewinn Retentionsvolumen	Verlust Retentionsvolumen
Eintiefung Oberwasserkanal	627 m ³	
Abbruch Krafthaus Bestand	729 m ³	
Errichtung Krafthaus neu		1.601 m ³
Zuwegung Krafthaus neu		479 m ³
Errichtung Vertical-Slot	951 m ³	
Eintiefung Unterwasserkanal	1.062 m ³	
Bilanzierung Gesamt	3.369 m ³	2.080 m ³
	1.289 m ³	

Die Bilanzierung ergibt einen Zugewinn an Retentionsvolumen innerhalb HQ₁₀₀ von ca. 1.289 m³.



5.5.2 HOCHWASSERSENSIBLE ANLAGEN UNTERHALB HQ₁₀₀

Das Krafthaus beherbergt die Turbinen, die Generatoren, die Hydraulik und die Elektrik der Anlagensteuerung. Als hochwassersensible Anlagen ist zudem die im Zulauf platzierte Rechenreinigungsmaschine zu nennen.

Das Kraftwerksgebäude wird zweigeschossig ausgeführt, wobei die gesamte Elektrik – Anlagensteuerung – mit 185,60 mNN auf Höhe der Zugangsebene und somit oberhalb des 100jährigen Hochwasserstandes aufgestellt ist. Die Antriebseinheit des Rechenreinigers befindet sich außerhalb des Krafthauses und wird herstellerabhängig nochmals ca. 1,0 m höher angeordnet sein.

Die Turbinen inkl. Generatoren und Hydraulik muss anlagenbedingt unterhalb dem 100jährigen Hochwasserstand angeordnet werden, wobei jedoch der Zugang zum Krafthaus flutungsgesichert ausgeführt wird.

5.6 DISKUSSION

Der Fokus der durchgeführten Berechnungen liegt nicht auf dem Vergleich der errechneten Wasserspiegellagen mit den innerhalb der Hochwassergefahrenkarten ausgewiesenen Wasserspiegellagen, sondern im Vergleich des IST-Zustand mit der PLAN-Zustand innerhalb des eigenen Berechnungsmodells und somit dem Nachweis der Hochwasserneutralität.

Die Baulichkeiten Krafthaus Bestand und Krafthaus Neubau wurden in den Querprofilen aus dem Digitalen Geländemodell jeweils ergänzt. Die Baulichkeiten beeinflussen jeweils die lokalen Wasserspiegellagen im Bestand als auch im Neubau.

Die in den Ergebnistabellen dargestellten Unterschiede der Wasserspiegellagen im IST-Zustand und im PLAN-Zustand sind nachvollziehbar. Es findet eine Verschiebung der Beeinflussung in Richtung des neuen Krafthausstandortes statt.

Die sich in der Vergleichsberechnung darstellenden lokal begrenzten Differenzen in den Wasserspiegellage von wenigen Zentimetern bzw. Millimetern können u. E. vernachlässigt werden.

Durch die durchgeführten Vergleichsberechnungen konnte somit die Hochwasserneutralität des PLAN-Zustandes gegenüber dem IST-Zustand nachgewiesen werden.



6 BAUDURCHFÜHRUNG

6.1 BAUGRUBENKONZEPT – ZUGÄNGIGKEIT

Die Zugängigkeit zum Baufeld erfolgt über die bestehende Zufahrt unterhalb der geplanten Wohnbebauung. Die Grundstücke hierfür sind im Besitz des Antragsstellers.

Zur Absicherung der Baugrube in Richtung bestehendem Mühlengebäude und der geplanten Wohnbebauung wird aktuell die Errichtung einer überschnittenen Bohrpfahlwand vorgesehen. Im Bauablauf wird die Herstellung der Bohrpfahlwand nach der Baustelleneinrichtung die nächstfolgende Maßnahme sein.

Durch die Errichtung der Bohrpfahlwand werden im Bauzustand die Kräfte des anstehenden Erddrucks etc. aus dem vorhandenen Hang abgefangen. Nach Errichtung bzw. im Betrieb können die entstehenden Fundamentkräfte der neuen Wohnbebauung abgefangen werden.

Bei Errichtung einer Bohrpfahlwand werden Ortbetonpfähle mit einem Durchmesser von ca. 63 cm eingebracht. Die abschließende Länge bzw. Einbindetiefe der Ortbetonpfähle wird sich aus der Auswertung des aktuell erstellten Baugrundgutachtens und der sich daran anschließenden statischen Bemessung ergeben.

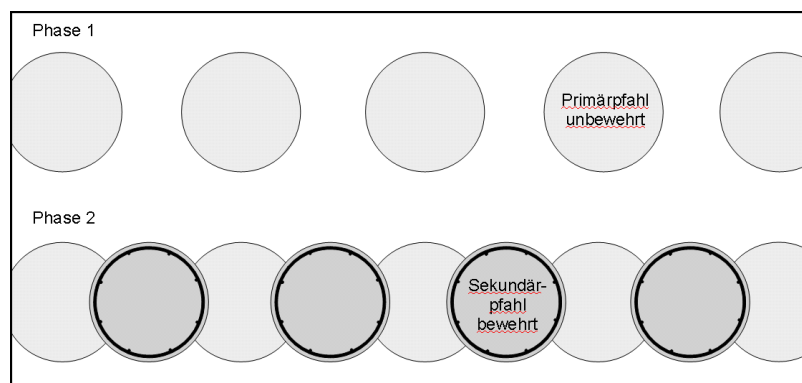


Abbildung 26: schematischer Ablauf überschnittene Bohrpfahlwand

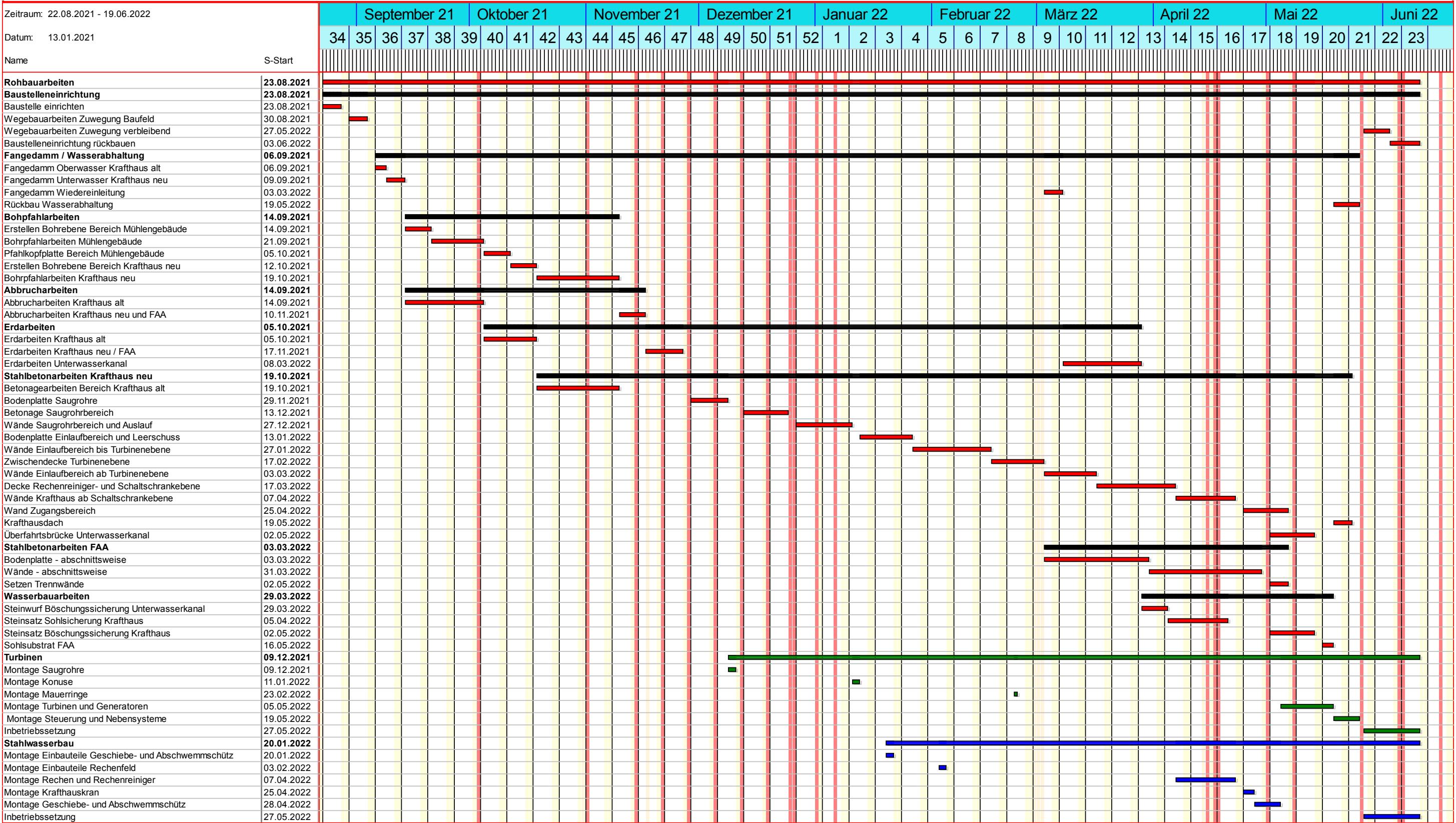
Zur Erstellung der überschnittenen Bohrpfahlwand werden im ersten Schritt die Primärpfähle gebohrt und unbewehrt betoniert. Nach dem teilweisen Abbinden des Betons der Primärpfähle werden die zwischenliegend angeordneten Sekundärpfähle gebohrt, wobei die Sekundär- in die Primärpfähle einschneiden. Die Sekundärpfähle werden zusätzlich bewehrt ausgeführt. Ergänzend hierzu wird die Bohrpfahlwand mittels Kleinbohrpfähle in dem anstehenden Baugrund rückverankert.

Im späteren Krafthausbereich wird die Oberkante der überschnittenen Bohrpfahlwand auf ca. 183,00 mNN zu liegen kommen.

Im Bereich des Mühlegebäudes wird die Oberkante der Bohrpfähle auf ca. 179,50 mNN zu liegen kommen. In diesem Bereich wird die Bohrpfahlwand abschließend zusätzlich mit einer ca. 30 cm starken Pfahlkopfplatte gegen den Bestand abgedichtet. Die Oberkante der abschließenden Pfahlkopfplatte beträgt somit ca. 179,80 mNN

Eine negative Beeinträchtigung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des späteren Oberwasserkanals in diesem Bereich ist somit ausgeschlossen.

6.2 BAUZEITENPLAN





6.3 GESCHÄTZTE ERSTELLUNGSKOSTEN WASSERKRAFTANLAGE

Die Summe der Bauwerkskosten (KG 300 + 400) der modernisierten Wasserkraftanlage liegen bei ca. 2.745 T€ (netto).

KG/LB	Bezeichnung der Kostengruppe / Gewerke	Menge	Einheit	Einheitspreis in € (netto)	Gesamtpreis in € (netto)
100	Grundstück				0,00
200	Herrichten und Erschließen				0,00
300	Bauwerk - Baukonstruktionen				1.494.807,38
	BW 01: ... (ggf. Gliederung nach Bauwerken)				1.494.807,38
	Standardleistungskatalog für den Wasserbau				
204	Baustelleneinrichtung und -räumung				121.750,00
205	Erdarbeiten				211.464,13
207	Landschaftsbau				5.253,00
208	Wasserhaltung				60.800,00
209	Baugrubenverbau, Baugrundverbesserungen				3.871,50
210	Böschungs- und Sohlsicherung				26.800,00
214	Spundwände, Pfähle, Verankerungen				318.028,00
215	Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton				731.840,75
230	Stundenlohnarbeiten				15.000,00
400	Bauwerk - Technische Anlagen				1.047.476,00
	BW 01: ... (ggf. Gliederung nach Bauwerken)				1.047.476,00
	Standardleistungskatalog für den Wasserbau				
216/1	Stahlwasserbau				100.000,00
216/2	Elektrische Ausrüstung Stahlwasserbau + Turbinenanlage				108.571,00
217	Ausrüstung von Wasserbauwerken				833.905,00
230	Stundenlohnarbeiten				5.000,00
300+400 - Summe Bauwerkskosten					2.542.283,38
Zulage für Unvorhergesehenes (z. B. Massenmehrungen, Einheitspreise etc.) 10% aus KG300 und 5% aus KG 400					201.854,54
Gesamtkosten (netto) - Summe KG 100 bis 400 inkl. Unvorhergesehenes					2.744.137,92
17 % Mehrwertsteuer					466.503,45
Gesamtkosten (brutto)					3.210.641,37
Gesamtkosten gerundet (brutto)					3.211.000,00

Abbildung 27: Kostenberechnung Wasserkraftanlage gemäß DIN 276-4

HINWEIS: Die Baukosten wurden aus Mittelpreisen der aktuell in Deutschland durchgeführten Projekte bestimmt. In wie weit die nationalen Einheitspreise in Luxemburg hiervon abweichen ist uns nicht bekannt.



6.4 GESCHÄTZTE ERSTELLUNGSKOSTEN DURCHGÄNGIGKEIT, FISCHSCHUTZ UND GESCHIEBESCHÜTZ

Die Summe der Bauwerkskosten (KG 300 + 400) zur Errichtung der Durchgängigkeitsbauwerke, des Fischschutzes und des Geschiebeschützes liegen bei ca. 1.080 T€ (netto).

KG/LB	Bezeichnung der Kostengruppe / Gewerke	Menge	Einheit	Einheitspreis in € (netto)	Gesamtpreis in € (netto)
100	Grundstück				0,00
200	Herrichten und Erschließen				0,00
300	Bauwerk - Baukonstruktionen				937.699,62
	BW 01: ... (ggf. Gliederung nach Bauwerken)				937.699,62
	Standardleistungskatalog für den Wasserbau				
204	Baustelleneinrichtung und -räumung				21.520,00
205	Erdarbeiten				154.689,54
207	Landschaftsbau				3.637,50
208	Wasserhaltung				11.800,00
209	Baugrubenverbau, Baugrundverbesserungen				5.739,00
210	Böschungs- und Sohlsicherung				6.250,00
215	Wasserbauwerke aus Beton und Stahlbeton				180.125,55
216/1	Stahlwasserbau				511.288,03
216/2	Elektrische Ausrüstung Stahlwasserbau				26.800,00
217	Ausrüstung von Wasserbauwerken				10.850,00
230	Stundenlohnarbeiten				5.000,00
400	Bauwerk - Technische Anlagen				0,00
300+400	Summe Bauwerkskosten				937.699,62
	Unvorhergesehenes 15% aus Summe Bauwerkskosten KG 300 und KG 400				140.654,94
	Gesamtkosten (netto) - Summe KG 100 bis 400				1.078.354,56
	17 % Mehrwertsteuer				183.320,28
	Gesamtkosten (brutto)				1.261.674,84
	Gesamtkosten gerundet (brutto)				1.262.000,00

Abbildung 28: Kostenberechnung Durchgängigkeit, Fischschutz und Geschiebeschutz gemäß DIN 276-4

HINWEIS: Die Baukosten wurden aus Mittelpreisen der aktuell in Deutschland durchgeführten Projekte bestimmt. In wie weit die nationalen Einheitspreise in Luxemburg hiervon abweichen ist uns nicht bekannt.



7 BEANTRAGUNG

Mit vorliegendem Bericht sollen die im Detail beschriebenen Maßnahmen inhaltlich wie folgt genehmigt werden:

- Bau der Fischaufstiegsanlage als Vertical-Slot am neuen Krafthausstandort
(Flurstück 1508/2288)
- Bau des Geschiebeschützes im Wehrbereich
(Flurstück Sauer)
- Bau der modernisierten Wasserkraftanlage
(Flurstück 1508/2288)
- Rückbau bzw. Abbruch des bestehenden Kraftwerksgebäudes
(Flurstück 1508/2288)

Antragsteller:

Energieproduktion Zettinger Bourg S.à.r.l.

31 route de Diekirch

L-9381 Moestroff

Erstellung der Antragsunterlagen:

Hydro-Energie Roth GmbH

Zehntstrasse 2

D - 76227 Karlsruhe