

# HYDRO-ENERGIE ROTH GMBH

Wasserkraftanlagen · Anlagentechnik · Wasserbau



## WASSERKRAFTANLAGE MOESTROFF / SAUER



ANTRAG ZUM BETRIEB EINER FISCHAUFSTIEGSHILFE UND  
DER MODERNISIERTEN WASSERKRAFTANLAGE

**ERLÄUTERUNGSBERICHT**



# **WASSERKRAFTANLAGE MOESTROFF / SAUER**

## **ANTRAG ZUM BETRIEB 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	HYDROLOGIE AM ANLAGENSTANDORT .....	2
2.1	EINZUGSGEBIET UND UMRECHNUNGSFAKTOR .....	2
2.2	HYDROLOGISCHE HAUPTWERTE UND DAUERWERTETABELLE .....	3
2.3	MINDESTWASSERFÜHRUNG .....	5
3	KENNDATEN DES BESTEHENDEN STANDORTS .....	6
4	BEANTRAGTE MAßNAHMEN – BETRIEBLICHE ASPEKTE .....	8
4.1	BETRIEBSWASSERSTÄNDE IM OBERWASSER UND UNTERWASSER DER WKA / FAA .....	8
4.2	FISCHAUFSTIEGSHILFE ALS VERTICAL-SLOT .....	9
4.2.1	LAGE.....	9
4.2.2	BEMESSUNG .....	9
4.2.3	EINLAUF BZW. AUSSTIEG FISCHWANDERHILFE .....	11
4.2.4	AUSLAUF BZW. EINSTIEG FISCHWANDERHILFE .....	11
4.3	GESCHIEBESCHÜTZ .....	12
4.3.1	LAGE.....	12
4.3.2	BETRIEBSWEISE .....	12
4.4	FEINGESCHIEBEFANG UND GESCHIEBE- UND ABSCHWEMMSCHÜTZ .....	13
4.4.1	LAGE.....	13
4.4.2	BETRIEBSWEISE .....	13
4.5	HORIZONTALRECHENSYSTEM.....	15
4.5.1	LAGE.....	15
4.5.2	BETRIEBSWEISE .....	15
4.6	KRAFTHAUS .....	16
4.6.1	LAGE.....	16
4.6.2	BETRIEBSDATEN DER WASSERKRAFTANLAGE .....	16
4.6.3	KAPLAN-SCHACHT-TURBINE UND GENERATOR .....	17
4.6.4	ANLAGENSTEUERUNG .....	19
4.6.5	HYDRAULIK .....	19
4.6.6	NETZANSCHLUSS .....	20
5	BEANTRAGUNG .....	21



## **ANLAGEN**

### **HYDRAULIK**

A\_HYDRAULIK\_04: BEMESSUNGSWERTE FISCHAUFSTIEGSANLAGE - BETRIEBSZUSTAND  $Q_{30}$

A\_HYDRAULIK\_05: BEMESSUNGSWERTE FISCHAUFSTIEGSANLAGE - BETRIEBSZUSTAND  $Q_{A, \text{WASSERKRAFT}}$

A\_HYDRAULIK\_06: BEMESSUNGSWERTE FISCHAUFSTIEGSANLAGE - BETRIEBSZUSTAND  $Q_{330}$

A\_HYDRAULIK\_07: ERTRAGSPROGNOSE WASSERKRAFTANLAGE



## 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 **Betrieb** der nachfolgend im Detail beschriebenen Maßnahmen beantragt.

## 2 HYDROLOGIE AM ANLAGENSTANDORT

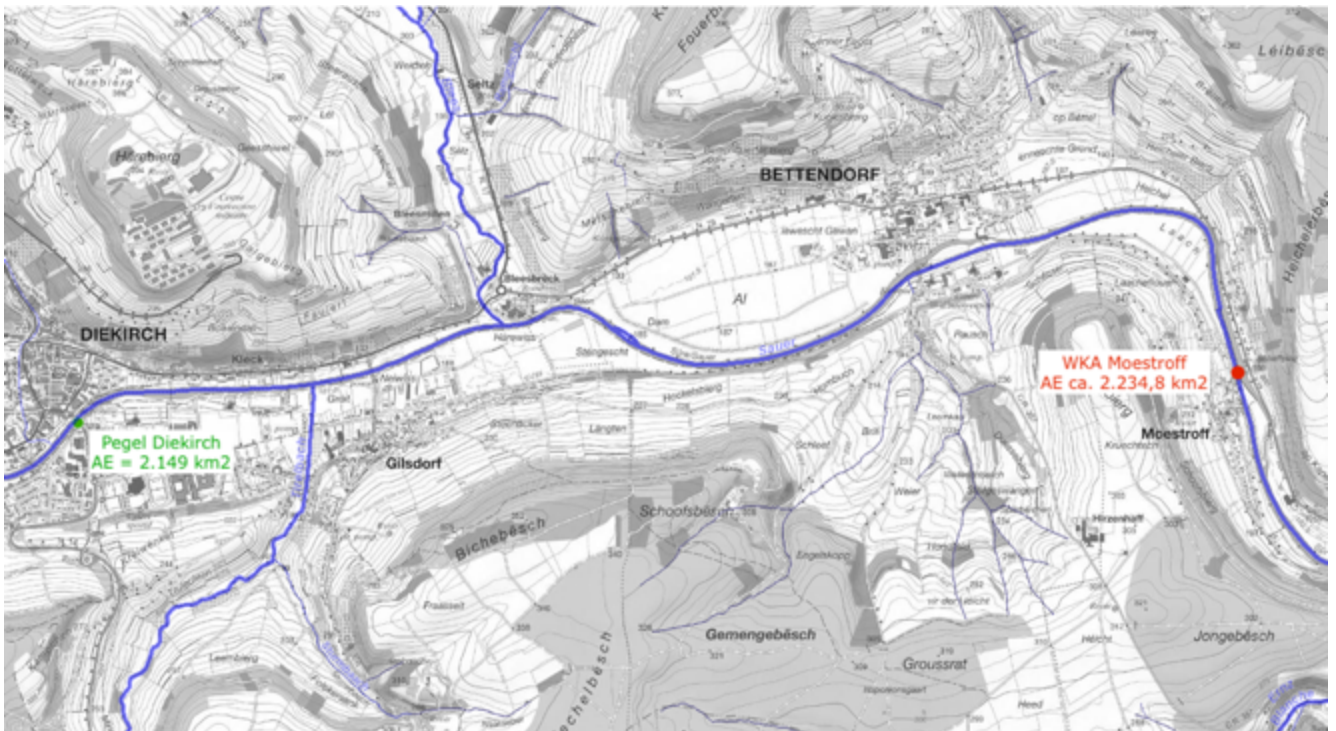
### 2.1 EINZUGSGEBIET UND UMRECHNUNGSFAKTOR

Der nächstgelegene, langjährig beobachtete Pegel liegt ca. 6,50 km oberstrom der Wehranlage. Für den Pegel Diekirch wird durch den Betreiber Administration de la gestion de l'eau (AGE) ein topographisches Einzugsgebiet von  $A_{EO, \text{Diekirch}} = 2.149 \text{ km}^2$  ausgewiesen. Für diesen Pegel wurden uns die statistischen Werte der Abflusszeitreihe vom 01.01.2002 bis 31.12.2017 übermittelt.

Nach Angaben der AGE ergibt sich am Anlagenstandort Moestroff eine topographische Einzugsgebietsfläche von  $A_{EO, \text{Moestroff}} \approx 2.234,8 \text{ km}^2$ .

Der topographische Umrechnungsfaktor für die weiteren Berechnungen ergibt sich somit zu:

$$f_{\text{top}} \text{ ca. } A_{EO, \text{Moestroff}} / A_{EO, \text{Pegel Diekirch}} \text{ ca. } 1,04$$



**Abbildung 1:** Übersicht Hydrologie – Pegel und Anlagenstandort



## 2.2 HYDROLOGISCHE HAUPTWERTE UND DAUERWERTETABELLE

Nachfolgende Tabelle weist die hydrologischen Hauptwerte a Pegel Diekirch (2002 – 2012) sowie die sich nach Umrechnung ergebenden Wert für den Anlagenstandort aus.

**Tabelle 1:** Hydrologische Hauptwerte

	<b>Pegel Diekirch</b> $A_{E0}$ ca. 2.149 km <sup>2</sup>	<b>WKA Moestroff</b> $A_{E0}$ ca. 2.234,8 km <sup>2</sup>
NQ (01.10.2011) ca.	4,41 m <sup>3</sup> /s	4,58 m <sup>3</sup> /s
MNQ ca.	5,04 m <sup>3</sup> /s	5,24 m <sup>3</sup> /s
MQ ca.	27,0 m <sup>3</sup> /s	28,1 m <sup>3</sup> /s
MHQ ca.	265 m <sup>3</sup> /s	276 m <sup>3</sup> /s
HQ (03.01.2003) ca.	539 m <sup>3</sup> /s	561 m <sup>3</sup> /s



**Tabelle 2:** Dauerwertetabelle aus Pegel Diekirch

	<b>Diekirch</b> AEo ca. 2.149 km <sup>2</sup>	<b>Moestroff</b> AEo ca. 2.234,8 km <sup>2</sup>
<b>Unterschreitungstage</b>	<b>Abfluss [m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>Abfluss [m<sup>3</sup>/s]</b>
364	193,3	<b>201,0</b>
363	164,8	<b>171,4</b>
362	154,9	<b>161,1</b>
361	145,6	<b>151,4</b>
360	136,4	<b>141,8</b>
359	130,2	<b>135,4</b>
358	122,8	<b>127,7</b>
357	115,0	<b>119,6</b>
356	110,4	<b>114,8</b>
350	91,8	<b>95,44</b>
340	71,16	<b>74,00</b>
<b>330</b>	56,72	<b>58,98</b>
320	46,65	<b>48,51</b>
310	40,75	<b>42,38</b>
300	35,16	<b>36,56</b>
270	25,14	<b>26,14</b>
240	18,92	<b>19,68</b>
210	15,18	<b>15,79</b>
183	12,48	<b>12,98</b>
150	10,07	<b>10,47</b>
130	8,98	<b>9,34</b>
120	8,57	<b>8,91</b>
100	7,78	<b>8,09</b>
90	7,47	<b>7,77</b>
80	7,12	<b>7,40</b>
70	6,87	<b>7,14</b>
60	6,59	<b>6,85</b>
50	6,31	<b>6,56</b>
40	6,01	<b>6,25</b>
<b>30</b>	5,71	<b>5,94</b>
29	5,68	<b>5,91</b>
28	5,66	<b>5,89</b>
27	5,62	<b>5,85</b>
26	5,60	<b>5,82</b>
25	5,57	<b>5,79</b>
24	5,53	<b>5,75</b>
23	5,50	<b>5,72</b>
22	5,46	<b>5,68</b>
21	5,44	<b>5,65</b>
20	5,40	<b>5,61</b>
15	5,19	<b>5,39</b>
10	4,96	<b>5,16</b>
9	4,93	<b>5,12</b>
8	4,88	<b>5,07</b>
7	4,83	<b>5,03</b>
6	4,80	<b>4,99</b>
5	4,75	<b>4,94</b>
4	4,72	<b>4,91</b>
3	4,67	<b>4,86</b>
2	4,64	<b>4,82</b>
1	4,55	<b>4,73</b>
0	4,17	<b>4,33</b>



### 2.3 MINDESTWASSERFÜHRUNG

Zur Ermittlung der am Standort notwendigen Mindestwasserabgabe wurde durch das Ingenieurbüro Gebler, Walzbachtal ein Mindestwassergutachten erstellt. Die Untersuchungen wurden beauftragt durch das GOUVERNEMENT DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG. Der Auftraggeber beabsichtigt im Zuge der Umsetzung der Gesamtmaßnahme die Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Wehranlage durch ein naturnahes Rampenbauwerk.

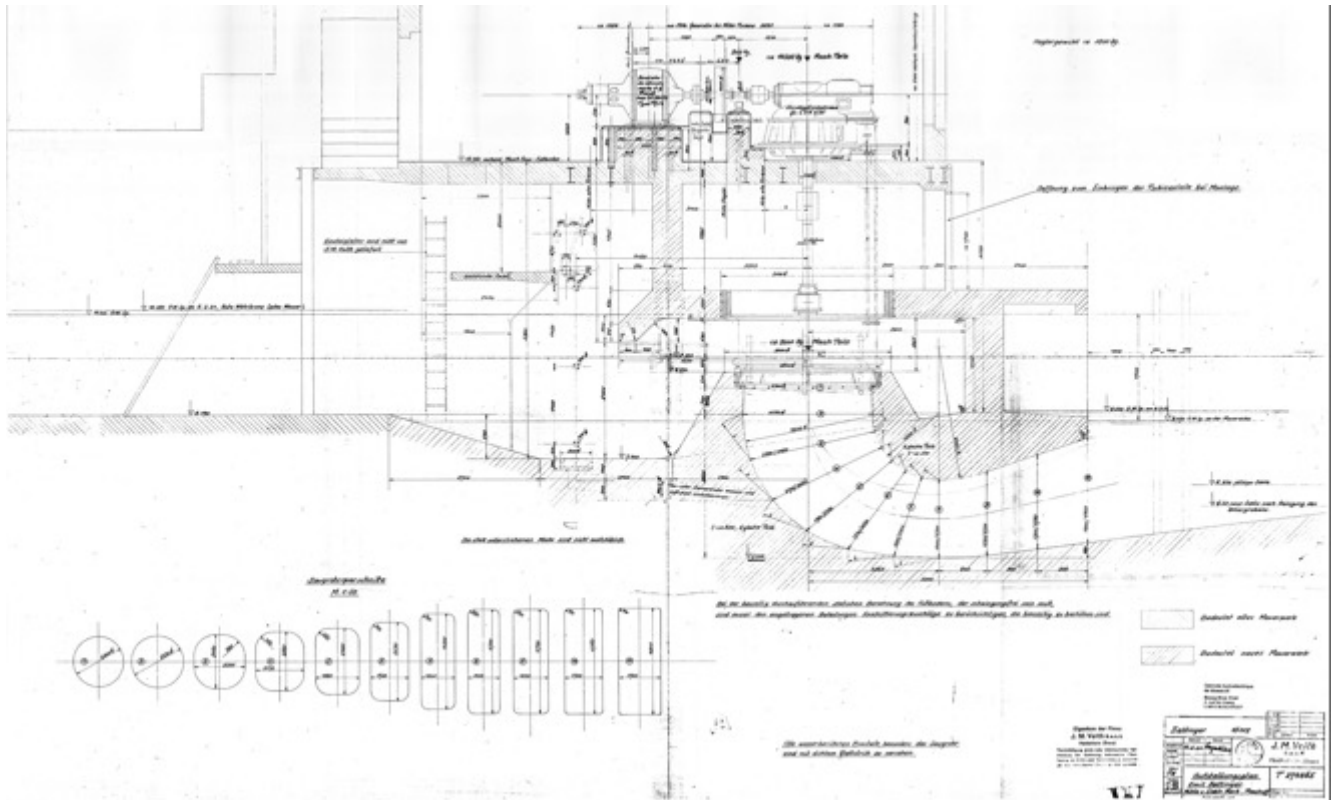
Im vorgelegten Gutachten wurde das Verfahren nach den „Empfehlungen zur Ermittlung von Mindestabflüssen in Ausleitungstrecken von Wasserkraftanlagen und zur Festsetzung im wasserrechtlichen Vollzug“, der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, 2001 angewandt.

Im Gutachten wurde für den Standort eine jahreszeitlich gestaffelte Mindestwasserabgabe ermittelt:

$Q_{\min}$	(Januar-März, Juli-Oktober und Dezember)	= 1,925 m <sup>3</sup> /s
$Q_{\min, (LR), Barbe}$	(April-Juni und November)	= 2,925 m <sup>3</sup> /s



## 3 KENNDATEN DES BESTEHENDEN STANDORTS



**Abbildung 2:** Höhen im Bauplan der Francis-Turbine, Längsschnitt, 1951

In den alten Plan- und Genehmigungsunterlagen sind die Bauwerkes- und Stauhöhen nicht in einem globalen Höhensystem dargestellt. Es gibt lediglich Angaben zu lokalen bezogenen Höhen. Die Nachvermessung des Bestandes erlaubt es nun einen Bezug zum globalen Höhensystem herzustellen. Die vergleichenden Werte sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

**Tabelle 3:** Zusammenfassung des alten Stauziels und der Unterwasserstände

	<b>Lokale Höhen</b> Aus Bauplan, 1951	<b>Globale Höhen</b> aus Nachvermessung
Sohle Rechen	8,19 m	ca. 180,23 mNN
Stauziel	10,00 m	ca. 182,05 mNN
UW Normal (bei $Q_A \approx 8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ )	8,07 m	ca. 180,12 mNN
Sohle UW	6,52 m	ca. 178,57 mNN

**Tabelle 4:** Betriebsdaten der Francis-Turbine

Hersteller	Voith
Ausbauwasserenge	8,30 m <sup>3</sup> /s
Ausbaufallhöhe	1,93 m
Leistung	120 kW
Drehzahl	50 U/min

## 4 BEANTRAGTE MAßNAHMEN – BETRIEBLICHE ASPEKTE

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

### 4.1 BETRIEBSWASSERSTÄNDE IM OBERWASSER UND UNTERWASSER DER WKA / FAA

Im Zuge der Erstellung der vorliegenden Antragsunterlagen wurde der Oberwasser- und Unterwasserbereich der WKA Moestroff bis zur Wiedereinmündung der turbinierete Betriebswassermenge durch 1-dimensionale Wasserspiegellagenberechnung mittels HEC-Ras simuliert.

Als Randbedingung im Unterwasser des Simulationsgebietes bzw. im Bereich der Wiedereinmündung dienten die durch den Betreiber der WKA Moestroff bei unterschiedlichen Abflüssen vorgenommenen Wasserspiegelmessungen.

Die Wasserstandsregelung der Wasserkraftanlage Moestroff erfolgt mittels Messsonden im Wehr- und Krafthausbereich.

Bei einem Abflussdauerwert  $Q_{30}$  bis zum Erreichen des Volllastbetriebs entspricht die Regelgröße am Krafthaus bzw. im Bereich des Feinrechens der hydraulisch und wasserrechtlich maßgebenden Oberkante des Wehres mit 182,20 mNN.

Auf Grund der sich im Oberwasserkanal bei erhöhter Beaufschlagung ergebenden hydraulischen Fließhöhenverluste sinkt die Regelgröße im Krafthausbereich bis zum Erreichen des Volllastbetriebs ( $Q_A$  bzw.  $Q_{240}$ ) auf ca. 182,12 mNN ab.

Bis zum Erreichen eines Abflussdauerwertes  $Q_{330}$  steigt der Wasserstand im Wehrbereich kontinuierlich an. Unter Berücksichtigung der Vollöffnung des neuen Geschiebeschützes, ergibt sich im Wehrbereich dann ein Wasserstand von ca. 182,30 mNN bzw. im Krafthausbereich ein Wert von ca. 182,25 mNN.

**Tabelle 5:** Betriebswasserstände Oberwasser

	<b><math>Q_{\text{Oberwasserkanal}}</math></b>	<b>WSP Wehr</b>	<b>WSP WKA / FAA oben</b>
$Q_{30}$	ca. 4,04 m <sup>3</sup> /s	182,20 mNN	182,20 mNN
$Q_A$	ca. 18,0 m <sup>3</sup> /s	182,20 mNN	182,12 mNN
$Q_{330}$	ca. 14,84 m <sup>3</sup> /s	182,30 mNN	182,25 mNN

**Tabelle 6:** Betriebswasserstände Unterwasser

	<b><math>Q_{\text{Unterwasserkanal}}</math></b>	<b>WSP WKA / FAA unten</b>	<b>WSP Mündung</b>
$Q_{30}$	ca. 4,04 m <sup>3</sup> /s	179,55 mNN	179,50 mNN
$Q_A$	ca. 18,0 m <sup>3</sup> /s	180,10 mNN	180,00 mNN
$Q_{330}$	ca. 14,84 m <sup>3</sup> /s	180,90 mNN	180,90 mNN



## 4.2 FISCHAUFSTIEGSHILFE ALS VERTICAL-SLOT

### 4.2.1 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.

### 4.2.2 BEMESSUNG

Die Bemessung des Vertical-Slots erfolgte angepasst an die Planungsvorgaben des DWA-M 509.

Die Betriebswassermenge der Fischaufstiegsanlage wird entsprechend den sich dynamisch einstellenden Wasserständen variieren.

**Tabelle 7:** Abflüsse Fischaufstiegsanlage

	WSP FAA oben	Q FAA
Q <sub>30</sub>	182,20 mNN	ca. 370 l/s
Q <sub>A</sub>	182,12 mNN	ca. 335 l/s
Q <sub>330</sub>	182,25 mNN	ca. 394 l/s

Die Dynamik der Wasserstände im Ober- und Unterwasser erfordert bei der hydraulischen Bemessung besondere Betrachtung z. B. auf Grund der sich wechselnd einstellenden Höhenunterschiede zwischen den Einzelbecken.

*HINWEIS: Die ausführliche hydraulische Bemessung der Einzelbecken liegt diesem Bericht als Anlage A\_Hydraulik\_04 bis A\_Hydraulik\_06 bei.*

**Tabelle 8:** Geometrische und Hydraulische Bemessungswerte des Vertical-Slots

**Geometrische Bemessungswerte gemäß DWA-M 509:**

Fischart:	Lachs, Huchen, Hecht	
Sicherheitsbeiwert für Dimensionen $S_g$ :	1,0	
	DWA-M 509	Standort Moestroff
Länge $l_b$	3,00 m	3,00 m
Breite $b$	2,25 m	2,25 m
Schlitze weites $s$	0,35 m	ca. 0,54 bis 0,35 m
Mittlere Wassertiefe in den Becken		ca. 0,75 bis 0,96 m
Wassertiefe $h_u$	0,80 m	ca. 0,72 bis 0,85 m

**Grenz- und Bemessungswerte der maximalen Fließgeschwindigkeit gemäß DWA-M 509:**

Fließgewässerregion:	Barbenregion	
Sicherheitsbeiwert für Fließgeschwindigkeiten $S_v$ :	0,95	
Betrieblicher Sicherheitsbeiwert $S_b$ :	1,0	
	DWA-M 509	Standort Moestroff
$\Delta h_{\text{gesamt}}$	< 3,0 m	2,65 m
Grenzwert:	1,8	
Bemessungswert bzw. Auslegungswert:	= $0,95 \times 1,0 \times 1,80 \text{ m/s}$ = 1,71 m/s	= 1,52 m/s
$\Delta h_{\text{zulässig}}$ : $\Delta h_{\text{gewählt}}$ :	= 0,149 m	ca. 0,05 bis 0,118 m
Anzahl Höhengsprünge:		23
Anzahl Becken:		22
Länge gesamt:		ca. 76 m
Sohlsubstrat (durchgehend):		Gebrochenes Steinmaterial, wasserbaueeignet z. B. CP 90/250 Einbaustärke min. 0,25 m

**Grenz- und Bemessungswerte der Energiedissipation gemäß DWA-M 509:**

Fließgewässerregion:	Barbenregion	
	0,9	
	DWA-M 509	Standort Moestroff
Grenzwert	150 W/m <sup>3</sup>	
Bemessungswert	= $0,9 \times 150 \text{ W/m}^3$ = 135 W/m <sup>3</sup>	max. 74 W/m <sup>3</sup>





#### 4.2.3 EINLAUF BZW. AUSSTIEG FISCHWANDERHILFE

Der erste Höhengsprung wurde mit einem reduzierten Höhenunterschied von nur ca. 5 cm geplant. Hierdurch ergibt sich zum einen eine erhöhte Akzeptanz der Wasserspiegelvarianz im Oberwasser und zudem ein verbreiteter Einstiegskorridor für den Fischaufstieg, welcher auch als Fischabstieg dient. Um die Funktionsfähigkeit auch als Fischabstieg zu gewährleisten wurde der Schlitz der ersten Trennwand auf die Seite des Abschwemmschützes verlegt. Der Abstand zum unterstromigen Rechenende und zum Abschwemmschütz wurde minimiert.

Die Fischwanderhilfe muss nach einem abgelaufenen Extremereignis überprüft und gegebenenfalls gereinigt werden. Die Überprüfung und Reinigung nach Hochwasserereignissen gilt für jede Bauart von Fischaufstiegsanlagen.

#### 4.2.4 AUSLAUF BZW. EINSTIEG FISCHWANDERHILFE

Die letzte Trennwand des Vertical-Slots wird gegenüber den sonstigen Trennwänden bis ca. auf den  $UW_{330}$  erhöht ausgeführt. Hierdurch ergibt sich auch bei den erhöhten Wasserständen ein Höhenunterschied von minimal ca. 2 cm. Die sich hieraus ergebende Geschwindigkeit ergibt sich im Schlitz somit zu ca. 0,60 m/s.

Zum Vergleich mit den Austrittsgeschwindigkeiten aus den Turbinen wurde eine Querschnittsebene ca. 2,50 m nach dem Saugrohraustritt bzw. auf Höhe der letzten Trennwand betrachtet. Für den Vergleich wurde der Querschnitt auf die Breite des Turbinenaustritts mit 9,65 m reduziert.

Die in untenstehender Tabelle angegebenen Werte dürfen nur als Orientierung angesehen werden, da die Berechnungen von einer Gleichverteilung der Fließgeschwindigkeit über das betrachtete Querprofil ausgeht.

**Tabelle 9:** Vergleich Fließgeschwindigkeiten

	<b>V<sub>FAA</sub></b>	<b>V<sub>Turbine(n)</sub></b>
Q <sub>30</sub>	1,52 m/s	< 0,20 m/s
Q <sub>A</sub>	0,78 m/s	< 0,60 m/s
Q <sub>330</sub>	0,57 m/s	< 0,40 m/s

## 4.3 GESCHIEBESCHÜTZ

### 4.3.1 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.

### 4.3.2 BETRIEBSWEISE

Das elektrifizierte Geschiebeschutz soll in die Anlagensteuerung integriert werden, um den Wasserstand im Wehrbereich bei ansteigendem Abfluss in der Sauer über einen längeren Betriebszeitraum in einem durchschnittlichen Abflussjahr konstant zu halten.

Bei Erreichen eines Hochwassers (z. B.  $> HQ_2$ ) soll dieses Schütz verschlossen werden um bei den dann erhöhten Ausuferungen kein Abflusshindernis darzustellen.



**Abbildung 3:** Ähnliche Bauweise Schütztafel - WKA Erlenmühle an der Murg

## 4.4 FEINGESCHIEBEFANG UND GESCHIEBE- UND ABSCHWEMMSCHÜTZ

### 4.4.1 LAGE

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

### 4.4.2 BETRIEBSWEISE

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 10:** Betriebliche Daten des beantragten Doppelschützes

Max. Absenkung Obertafel	ca. 1,45 m
Hub Gesamtsystem	ca. 4,00 m
Öffnungszeit Obertafel	≤ 20 Sek.
Öffnungszeit Gesamtsystem	≤ 10 Minuten



**Abbildung 4:** Ähnliche Bauweise Doppelschütz - WKA Rappenberghalde

## 4.5 HORIZONTALRECHENSYSTEM

### 4.5.1 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- und Abschwemmschütz.

### 4.5.2 BETRIEBSWEISE

Horizontalrechen werden durch einen senkrecht zur Stabrichtung angeordneten Rechenreinigungsarm gereinigt. Dieser robust ausgeführte Abstreifer sitzt in Ruhestellung am oberwasserseitigen Ende des Rechens. Nach dem Start des Rechenreinigers wird sofort die Rechenfläche gereinigt.

Da nur eine lineare Reinigungsbewegung in Richtung Geschiebeschütz mit aufgesetztem Abschwemmsystem erfolgt, lassen sich aufgrund der einfachen Bewegung sehr hohe Reinigungsgeschwindigkeiten erzielen. Die Steuerung des aufgesetzten Abschwemmsystems als kombinierte Schütztafel oder Klappe ist in den automatisierten Betrieb des Rechenreinigers bzw. der Anlage einzugliedern.

**Tabelle 11:** Betriebliche Daten des beantragten Horizontalrechensystems

Max. Anströmgeschwindigkeit $v_{A, \max.}$	ca. 0,32 m/s (bei $Q_A = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$ )
Max. Normalgeschwindigkeit $v_{N, \max.}$	ca. 0,18 m/s
Max. Tangentialgeschwindigkeit $v_{T, \max.}$	ca. 0,26 m/s



## 4.6 KRAFTHAUS

### 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 BETRIEBSDATEN DER WASSERKRAFTANLAGE

**Tabelle 12:** Betriebsdaten der Wasserkraftanlage

Ausbauwassermenge $Q_A$ :	ca. 18,00 m <sup>3</sup> /s (2 x 9,0 m <sup>3</sup> /s)
$H_{\text{brutto, QA}}$ :	ca. 2,02 m
$H_{\text{netto, QA}}$ :	ca. 1,81 m
$P_{\text{elektr. Abgabe}}$ :	ca. 280 kW
$N_{\text{netto}}$ :	1.390.000 kWh/a

Der Nettoertrag der geplanten WKA entspricht dem elektrischen Energiebedarf von ca. 480 Drei-Personen-Haushalten. Der durchschnittliche Stromverbrauch eines Drei-Personen-Haushaltes wurde hier mit 2.900 kWh/a angenommen.



#### 4.6.3 KAPLAN-SCHACHT-TURBINE UND GENERATOR

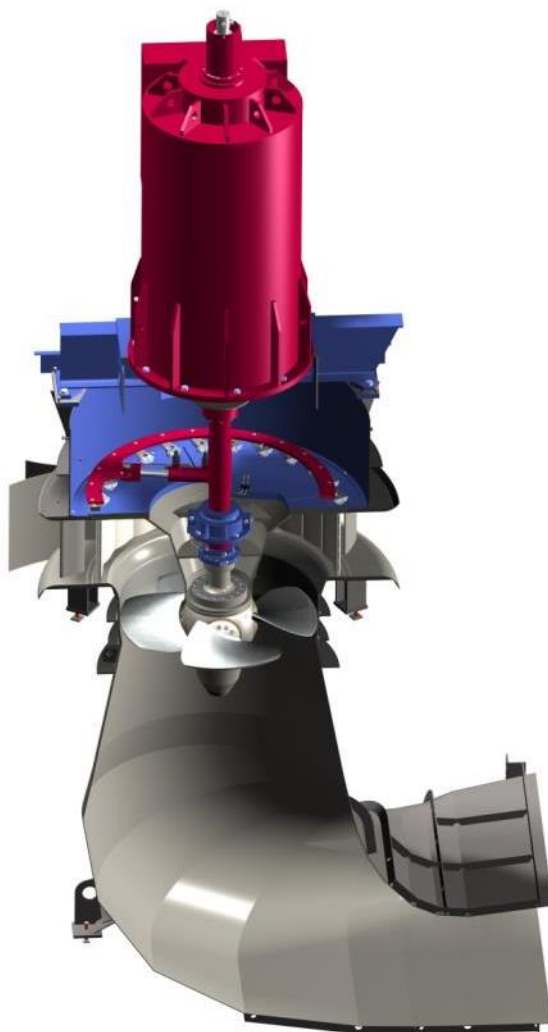
Aufgrund der gegebenen hydraulischen Randbedingungen (z. B. Gefälle etc.) und der geplanten Ausbauwassermenge von  $Q_{A, \text{Gesamt}} = 18,0 \text{ m}^3/\text{s}$  bzw.  $Q_{A, \text{Turbine}} = 9,0 \text{ m}^3/\text{s}$  ist der Einsatz von zwei doppelt-regulierten Kaplanschacht-Turbinen vorgesehen. Der Laufraddurchmesser soll ca. 1,75 m betragen.

Nach dem Trockenlegen des Zulaufes und dem Entleeren der Turbinenkammer mittels Bodenventil kann die Turbine, ohne Absperrung zum Unterwasser, gefahrlos zu Revisionszwecken erreicht werden. Die theoretisch schlechteren Turbinenwirkungsgrade der Schachtturbine gegenüber einer Rohrturbine sind durch dessen schmutzunempfindlichere, größere Baugröße und die besseren Reinigungsmöglichkeiten in der Praxis kompensierbar.

**Tabelle 13:** *Kenndaten je Kaplan-Schacht-Turbine*

<b>Vertikale Kaplan-Schacht-Turbine:</b>	
Laufraddurchmesser:	ca. 1,75 m, 4-F
Drehzahl:	ca. $125 \text{ min}^{-1}$
Mindestbetriebswassermenge $Q_{\text{min.}}$ :	ca. $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$
Ausbauwassermenge $Q_A$ :	ca. $9,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Nettofallhöhe $H_{\text{netto}}$ :	ca. 1,85 m
Elektrische Ausbauleistung:	ca. 140 kW





**Abbildung 5:** Beispielhafte Anordnung Kaplan-Turbine





#### 4.6.4 ANLAGENSTEUERUNG

Die gesamte Anlage wird vollautomatisch gesteuert. Dies schließt die Steuerung von Leitrad und Laufrad der Turbine, die Steuerung des Rechenreinigers und des Geschiebe-/Abschwemmschützes, der optionalen Einlaufschütze im Zulaufbereich sowie der Geschiebeschütze im Wehrbereich ein.

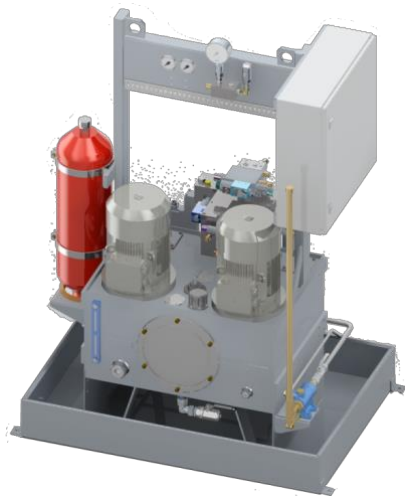


**Abbildung 6:** Beispielhafte Einheit Steuerschränke

#### 4.6.5 HYDRAULIK

Die benötigten Hydraulikaggregate sind im Krafthaus auf der Turbinenebene untergebracht. Neben der doppelt-regulierten Kaplan-Schacht Turbine, werden das Geschiebeschütz mit aufgesetztem Abschwemmorgan sowie der Horizontalrechenreiniger hydraulisch gesteuert bzw. betrieben.

Die Ansteuerung der Geschiebeschütze im Wehrbereich sollte u. E. elektrisch erfolgen, da ansonsten zusätzlich zur Energieversorgung ein zusätzliches Hydraulikaggregat im Wehrbereich platziert werden müsste.



**Abbildung 7:** Beispielhafte Einheit Hydraulikaggregat



#### 4.6.6 NETZANSCHLUSS

Die Einspeisung soll niederspannungsseitig erfolgen.

Zur Herstellung des Netzanschlusses ist die Installation einer neuen Trafostation als Kompaktstation inkl. Mittelspannungsschaltanlage 20 kV, 20 kV Messfeld, Drehstrom-Öltransformator und Niederspannungshauptverteilung vorgesehen.

Mit dem zuständigen Netzbetreiber werden die notwendigen Randbedingungen geklärt, ebenso ist in Klärung in wie weit die neue Wohnbebauung an die neue Trafostation angeschlossen werden soll.

Zur Positionierung der Trafostation stehen somit zwei Alternativen innerhalb des Krafthauses oder bei zusätzlichem Anschluss der Wohnbebauung außerhalb des Krafthauses zur Verfügung.



## 5 BEANTRAGUNG

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

- Betrieb der Fischaufstiegsanlage als Vertical-Slot am neuen Krafthausstandort  
(Flurstück 1508/2288)
- Betrieb des Geschiebeschützes im Wehrbereich  
(Flurstück Sauer)
- Betrieb der modernisierten Wasserkraftanlage  
(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