

Adresse	Neumarkt 31 · 49477 Ibbenbüren		
Fon	05451/9105 – 3	Fax	05451/9105 – 55
E-mail	info@ing-flick.de	Web	www.ing-flick.de



Foto: Ehemaliger Mühlenstandort

- Machbarkeitsstudie -

Bau und Betrieb einer Wasserkraftanlage, Stauanlage „Neumühle“ an der Berkel in Coesfeld

Untersuchung zur Wasserkraftnutzung an der Stauanlage „Neumühle“ an der Berkel in Coesfeld

Auftraggeber: Abwasserwerk Coesfeld
Dülmener Straße 80
48653 Coesfeld

Erstellt durch: Flick Ingenieurgemeinschaft
Neumarkt 31
49477 Ibbenbüren

Bearbeitung: Dipl. Ing. Hr. Biernoth

Kundennummer: K374
Projektnummer: 131

Ibbenbüren, im November 2023

Bericht

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Veranlassung	4
2	Verwendete Unterlagen und Literatur	7
3	Bestehende Stauanlage, Stauanlage „Neumühle“	8
3.1	Örtliche Gegebenheiten, Bauwerke	8
3.2	Gewässerdaten	9
3.3	Vorhandene Pegel	9
3.4	Einschätzung Stauwehr	11
4	Erzeugungspotential Wasserkraftwerk Stauanlage „Neumühle“	12
4.1	Standortbedingungen, Wasserkraftpotential	12
4.2	Technische Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung	14
4.3	Realisierungsmöglichkeiten am Standort	18
4.4	Investitionskosten, Vergütung und Förderungen	21
4.5	Schlussbetrachtung	26

1 Veranlassung

An der Berkel im Stadtgebiet Coesfeld erfolgen seit mehreren Jahren umfangreiche Gewässerausbaumaßnahmen mit dem Ziel, den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie entsprechend einen guten ökologischen Zustand sowie die Gewässerdurchgängigkeit zu erreichen. Ein Baustein der Umbaumaßnahmen ist die Stauanlage „Neumühle“, für diesen Standort wurde im Auftrag des Abwasserwerkes Coesfeld und der Stadt Coesfeld im Juli 2020 das `Machbarkeitskonzept – Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Berkel an der Stauanlage Neumühle in Coesfeld´ erarbeitet.

In dieser Machbarkeitsstudie [MBS] wurde mehrere Varianten zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit untersucht. Für den Standort war ursprünglich lt. Umsetzungsfahrplan zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit ein Umgehungsgerinne an der Stauanlage vorgesehen, siehe nachfolgende Tabelle:

Tabelle 1: Ausschnitt aus der Tabelle des Umsetzungsfahrplans 2012 für die Berkel im Untersuchungsgebiet (KREIS BORKEN 2012)

Umsetzungsfahrplan 2012													WEST MÜNSTERLAND BORKEN		lebendiges Gewässer		KREIS COESFELD	
Stand: 02.11.2012																		
Ifd. Nr.	Gewässername	Stationierung		Funktions-element	Voraussichtlich notwendige bzw. bereits realisierte Maßnahmen	Voraussichtliche bzw. tatsächliche Länge	Maßnahmen-träger	Voraussichtliche bzw. tatsächlich realisierte Kosten (Schätzwert)	Grundsätzliche Fördermöglichkeit (% Fördermöglichkeit bzw. erfolgte Förderung)	Beginn der Umsetzung voraussichtlich bis	Ende der Umsetzung bis	Erläuterungen zum Zeitplan	"Mehr-Werte" der Maßnahme	Bemerkungen				
		von	bis															
OWK_DE_NRW_9284_69397																		
66	Berkel	94,5	95,89	pot. Trittsstein	Aufweitung des Gerinnes, Einbringen von Totholz, Entwicklung von Auensstrukturen, Erhalt/ Entwicklung naturnaher Sohl-/ Uferstrukturen, Erhalt/ Entwicklung lebensraumtypischer Vegetation, ökologisch verträgliche Gewässerunterhaltung	1.400 m	Stadt Coesfeld	noch nicht abschätzbar	bis 80%	2019	2025	Umsetzung abhängig von politischem Beschluss, Finanzierung und Grunderwerb	Regionale 2016-Projekt	Machbarkeitsstudie wird erarbeitet				
65	Berkel	94,5	94,6	Durchgängigkeit	Anlage eines Umgehungsgerinnes	100 m	Abwasserwerk der Stadt Coesfeld	noch nicht abschätzbar	bis 80%	2019	2025	Umsetzung abhängig von politischem Beschluss, Finanzierung und Grunderwerb	Regionale 2016-Projekt	Machbarkeitsstudie wird erarbeitet				

Abb: Tabelle aus der MBS, S. 17

In der MBS wurden neben der Null-Variante noch weitere drei Varianten betrachtet, zwei davon mit Herstellung eines Raugerinnes nach Abbruch des Stauwehrs, zudem wurde eine frühere Variante mit einer Fischaufstiegsanlage am vorh. Stauwehr berücksichtigt. Auf der Grundlage wurden dann die Varianten bewertet, mit folgendem Ergebnis:

Tabelle 14: Wertzahl-Matrix

Planungsziel	Zielgewicht [%]	Variante 0		Variante 1		Variante 2		Variante 3	
		Belassen des Ist-Zustand		Raugerinne mit Riegelstrukturen		Raugerinne ohne Einbauten		Schlitzbeckenpass in Kombination mit dem vorhandenen Fischbauchklappenwehr	
		ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ	ZR	WZ
1 Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit	30	0	0	5	150	5	150	4	120
2 Entwicklung naturnaher Gerinnestrukturen mit Berkel-typischen Strömungsverhältnisse und entsprechenden Lebensgemeinschaften	15	0	0	4	60	1	15	0	0
3 Entwicklung naturnaher Ufer- und Auensstrukturen mit entsprechenden Lebensgemeinschaften	15	2	30	4	60	2	30	0	0
4 Sicherstellung des Hochwasserschutzes	15	5	75	5	75	5	75	0	0

5	Entwicklung einer überflutungsgeprägten Auenlandschaft	10	1	10	3	30	3	30	1	10
6	Minimierung von Eingriffen in den Boden	5	6	30	5	25	4	20	5	25
7	Minimierung der Eingriffe in bestehende Strukturen und Habitate	5	6	30	5	25	4	20	5	25
8	Beibehaltung der Naherholungsqualität	5	4	20	6	30	4	20	4	20
	Summe der Wertzahlen	100		195		455		360		200
	Rangposition			4		1		2		3

Abb: Tabelle aus der MBS, S. 71

Ausgehend davon, dass das Staurecht aufgegeben oder abgelöst wird, ergab sich als Vorzugsvariante der Rückbau der Stauanlage und Umbau des Gewässerabschnitts zu einem Raugerinne mit Riegelstruktur/Beckenbauweise.

Vorgesehen ist nach Abbruch und Rückbau der Stauanlage im Gewässer 13 Steinriegel auf gesamter Profilbreite einzubauen, insgesamt soll so der Höhenunterschied von 1,30 m über das Raugerinne abgebaut werden. Die Gesamtlänge der Gewässerausbaustrecke ist mit 74 m angegeben, vgl. Planauszug:

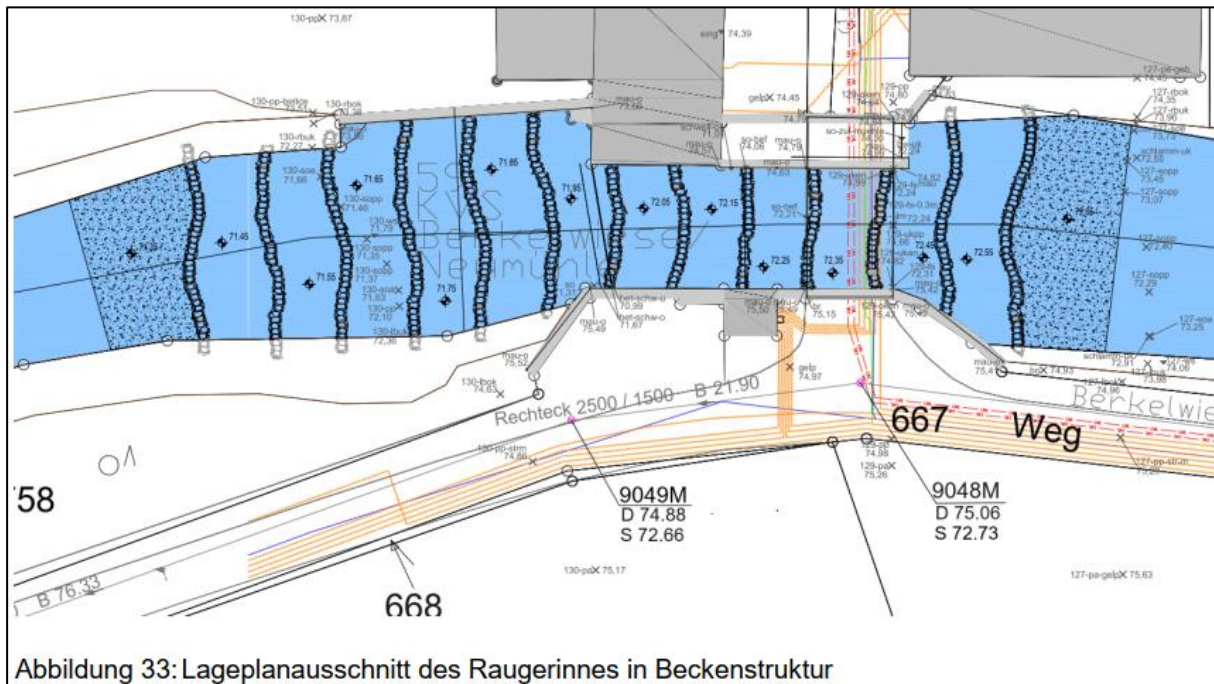


Abb: Planauszug aus der MBS, S. 73

Im Frühjahr 2023 wurde das ehem. Mühlengebäude abgebrochen, als nächster Schritt sollte die Umsetzung der beschriebenen Variante folgen.

In der vorliegenden MBS wurde lediglich die Stauanlage ohne die Wasserkraftnutzung betrachtet, so dass die Nutzung der Stauhaltung zur Energieerzeugung gar nicht in die Bewertung einfließt.

Ob überhaupt zukünftig eine Wasserkraftnutzung auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll betrieben werden kann, gilt es nun zu untersuchen. Im Rahmen der vorliegenden Vorstudie werden die Möglichkeiten zur Erneuerung der Wasserkraftanlage unter Berücksichtigung des Umweltschutzes untersucht und bewertet. Dabei werden für die Erneuerung an demselben Standort verschiedene Lösungsvarianten betrachtet.

Aufgrund des Anlagenalters des Stauwehrs sind in näherer Zukunft umfangreiche Investitionen in die Technik und vermutlich auch in das Bauwerk notwendig.

Die Aufgabenstellung der Studie umfasst neben der Bestandsaufnahme des Ist-Zustandes der baulichen und technischen Anlagen vor allem die Betrachtung des Wasserkraftstandortes im Hinblick auf die Realisierung einer neuen Anlage. Zudem soll ermittelt werden, inwieweit evtl. Fördermittel für die Modernisierung verfügbar sind und wie die Genehmigungsfähigkeit einer Anlagenerneuerung zu bewerten ist. Aber auch die Wirtschaftlichkeit eines Anlagenneubaus sollte betrachtet werden.

2 Verwendete Unterlagen und Literatur

- [1.1] Planungsbüro Koenzen und Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH Machbarkeitsstudie – Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Berkel an der Stauanlage Neumühle in Coesfeld, 2020, erhalten vom AWW Coesfeld
- [1.2] Schmelzer - Ingenieure Stauanlage „Neumühle“ in der Berkel, Voruntersuchung zur Machbarkeit der Erstellung einer Fischaufstiegsanlage, 2018, erhalten vom AWW Coesfeld
- [1.3] Kreis Coesfeld <https://www.kreis-coesfeld.de/ASWeb/>
- [1.4] Bezirksregierung Köln TIM-online 2.0. Amtliche Geobasisdaten für NRW: <https://www.tim-online.nrw.de/tim-online2/>
- [1.5] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW ELWAS-WEB: <https://www.elwasweb.nrw.de/>
Gewässerpegel Berkel, Hygon, https://luadb.it.nrw.de/LUA/hygon/pegel.php?station_sname=Lutum&ersterAufruf=aktuelle%2Bwerte
Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 5 – Wasserkraft, LANUV-Fachbericht 40, 2017

Tabelle 1: Europäische und bundesweite Richtlinien und Gesetze, die den Neubau, Repowering (oder auch Änderung) und Betrieb von Wasserkraftanlagen betreffen

Europäische Richtlinien	Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)
	Fauna- Flora-Habitat Richtlinie (FFH-RL)
	Umweltverträglichkeitsprüfung Richtlinie (UVP-RL)
	EU-Aalverordnung (EU-Aal VO)
Bundesgesetze	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
	Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG)
	Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)
	Umweltschadensgesetz (USchadG)
Landesgesetze und -regelungen	Landeswassergesetz (LWG)
	Landesfischereigesetz (LFischG) und Landesfischereiverordnung (LFischVO)
	Erlasse (MUNLV 2009, MKULNV 2014, MKULNV 2015)
	Richtlinie zur Förderung Erneuerbarer Energien (MKULNV 2014a)
	Landesnaturschutzgesetz (LNatSchG)
	Biodiversitätsstrategie NRW

Abb: Tabelle aus dem LANUV-Fachbericht 40, S. 23

3 Bestehende Stauanlage, Stauanlage „Neumühle“

3.1 Örtliche Gegebenheiten, Bauwerke

Der Maßnahmenstandort liegt am südwestlichen Stadtrand von Coesfeld, der ehem. Turbinenkanal befindet sich am rechten Ufer der Berkel.



Abbildung: Maßnahmenstandort mit Luftbild, Quelle www.elwasweb.nrw.de/elwas-web

Die Stauanlage befindet sich an der Gewässerstation km 97,1 im Hauptstrom der Berkel. Die Abbildung zeigt die Lage des ehem. Mühlenstandortes im Gewässerverlauf. Das direkte Umfeld der Mühle ist am nördlichen Ufer durch Wohnbebauung und Gewerbe geprägt, südlich grenzt der vorrangig landwirtschaftlich geprägte Außenbereich an.

Eingebaut ist eine bewegliche Fischbauchklappe, die Wehrbreite beträgt ca. 9 m, die Stauhöhe wird mit 2,20 m angegeben. Zu der Wasserkraftanlage ist lediglich die Fallhöhe mit 1,80 m angegeben, für die Francis Schachtturbine. Aus den Daten im Geoportal kann eine Werkkanalbreite von etwa 2,50 m abgeleitet werden, dies deckt sich in etwa mit den Angaben zum Turbinenkanal in der MBS, Abbildung 29, Seite 63.

1. Querbauwerk: Neue Mühle Coesfeld, Ahlerts Mühle (qbw_427)

1. Wasserkraftanlage: Neue Mühle (wka_747)

1.1. Stammdaten

Bauwerks-ID	qbw_427
Name des Bauwerks	Neue Mühle Coesfeld, Ahlerts Mühle
Bauwerkstyp	Bewegliches Wehr
Gewässerkennzahl / Gewässername / Auflage Gewässer	9284 / Berkel / 3E
Ostwert	372092
Nordwert	5755769
Stationierung [km]	97,09
Bezirksregierung	BR Münster
Zust. Behörde	BR Münster
Absturzhöhe [m]	2,2
Verschlussstyp	Klappe
Verschlusshöhe [m]	2,2
Durchflussbreite [m]	9
Länge der Ausleitungstrecke [m]	
Staulänge [m]	250
Überfallbreite [m]	9
Neigung des Bauwerks	1:0
Bewässerung	Nein
Denkmal	Nein
Fischteich	Nein
Naturschutz	Nein
Schifffahrt	Nein
Sohlstabilisierung	Nein
Talsperre	Nein
Teiche	Nein
Wasserentnahme	Nein
Durchgängigkeitshindernis gemäß Projekt Lebensraumgewinn*	Ja
Priorität (A-E) im Teileinzugsgebiet*	B

1.1. Stammdaten

Bauwerks-ID	wka_747
Name des Bauwerks	Neue Mühle
Bauwerkstyp	Wasserkraftanlage
Gewässerkennzahl / Gewässername / Auflage Gewässer	9284 / Berkel / 3E
Ostwert	372091,965
Nordwert	5755769,145
Stationierung [km]	97,09
Bezirksregierung	BR Münster
Zust. Behörde	
Fallhöhe [m]	1,8
Fischschutzeinrichtung	keine Angabe
Lichter Stababstand des Rechens	5 - 20 mm
Rechenanlage	nicht sanierungsbedürftig
Zustand Bausubstanz	nicht sanierungsbedürftig
Oberwasserbreite [m]	
Unterwasserbreite [m]	
Oberwasserlänge [m]	
Unterwasserlänge [m]	
Bypässe vorhanden	Nein
Art der Turbine	Francis Schacht
Gelöscht / Stillgelegt	
Durchgängigkeitshindernis gemäß Projekt Lebensraumgewinn*	
Priorität (A-E) im Teileinzugsgebiet*	
zugehöriges Bauwerk	qbw_427

Stammdaten zum Querbauwerk und zur Wasserkraftanlage, abgerufen über Elwas-Web

In der MBS wird als Stauhöhe bei regulären Abflüssen <MQ ein Wasserstand von 74,14 m üNHN angegeben, für das Unterwasser ergeben sich bei kleineren Abflüssen im Wehrbereich die Wasserstände im Bereich zwischen ~71,50 und 71,70 m üNHN. Damit liegt das delta h bezogen auf die Wasserspiegel bei etwa 2,40 m. Bei MQ reduziert sich das delta h auf ca. 2,30 m, für Abflüsse Q330 werden die Wasserstände zu 74,40 im OW bzw. 71,93 m üNHN im UW angegeben. Üblicherweise wird eine Wasserkraftanlage auf Abflüsse über Mittelwasser ausgelegt, im Bereich Q240 bis Q270. Somit kann davon ausgegangen werden, dass durch die Ableitung über die Wasserkraftanlage der Oberwasserstand eher den niedrigeren Wert erreicht, im Unterwasser aber der höhere Wasserstand zu berücksichtigen ist. Aus den genannten Werten kann daher unter Berücksichtigung gewisser Verlusthöhen im Zulauf zur Wasserkraftanlage von einem max. delta h 2,20 m ausgegangen werden.

3.2 Gewässerdaten

Die Angaben werden dem Geoportal Elwas-Web entnommen und mit den Angaben der MBS ergänzt.

In dem Teilabschnitt beträgt das oberirdische Einzugsgebiet insgesamt rd. 112 km², davon entfallen 4,1 km² auf das Teileinzugsgebiet zwischen Stat. km 93,1 bis 98,0. Bis zur Stauanlage „Neumühle“ (Gewässerstation 97,1) beträgt das oberirdische Einzugsgebiet rd. 108,8 km².

In der MBS wurden folgende Abflussdaten zugrunde gelegt:

Tabelle 2: Berücksichtigte Abflussdaten

Abflussereignis	Abfluss [m ³ /s]
Q ₃₀	0,271
MQ	1,187
Q ₃₃₀	2,712
HQ ₁₀₀ (BHQ)	42

Abb: Tabelle aus der MBS, S. 21

3.3 Vorhandene Pegel

In näherer Umgebung ist keine Pegelmessung vorhanden, der nächstgelegene Pegel oberhalb befindet sich ca. 10 km oberhalb in Lutum, Pegel „Lutum“ (Gewässerstation 107,15 km). Unterhalb des Maßnahmenstandortes ist ein Pegel in Stadtlohn vorhanden, bei Stat. km 62,5. Allerdings ist unserer Erfahrung nach bei diesem Pegel die Datenreihe tlw. verfälscht, dies wurde bereits beim Bau der Wasserkraftanlage „Alfers Mühle“ in Gescher festgestellt. Daher wird für die weitere Betrachtung der Pegel Lutum als Referenzpegel herangezogen.

Am Pegel „Lutum“ beträgt das oberirdische Einzugsgebiet ca. 38 km², die Hauptwerte sind aus dem Geoportal Elwas-Web entnommen und nachfolgend tabellarisch aufgeführt:

1.1. Detailinformation Pegel

Name	Lutum
Pegelnnummer	9284100000100
Beschreibung	
Pegelhullpunkt [müNHN]	87,95
Betreiber	LANUV, NRW
stillgelegt	
Einzugsgebiet [km²]	38,11
Bemerkung	
Hauptwerte Abfluss	
Q von	1960
Q bis	2016
Lücken in den Abflussdaten	kleiner als 0.5
NQ [m³/s]	0,03
MNQ [m³/s]	0,09
MQ [m³/s]	0,45
MHQ [m³/s]	6,27
HQ [m³/s]	17,01

Zudem werden hier auszugsweise die vom LANUV veröffentlichten Abflüsse aus dem Gewässerkundlichen Jahrbuch, hier letzte verfügbare Fassung von 2009, abgerufen über das Portal HYGON, dargestellt:

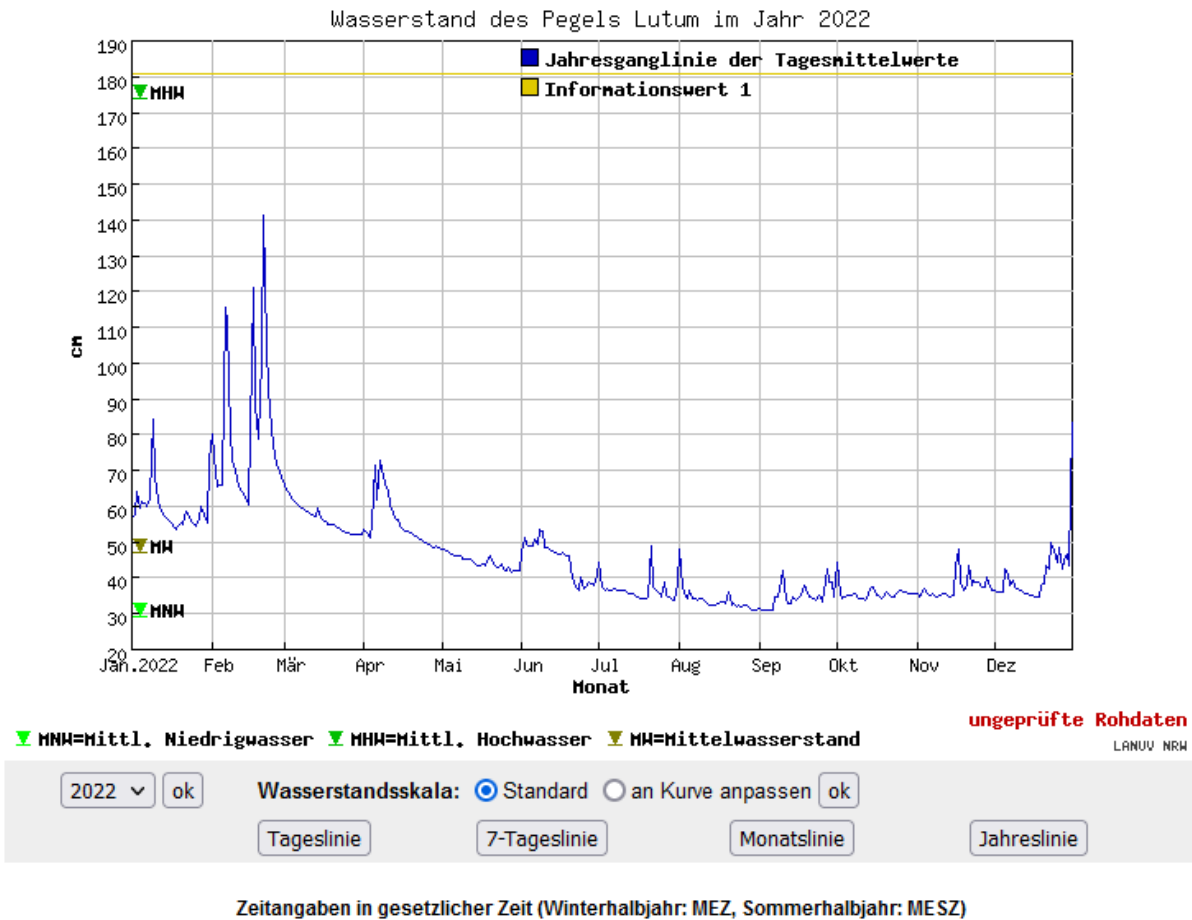
Hauptwerte		Abflussjahr (*)				Kalenderjahr				Unterschreitungs- dauer in Tagen	Unterschrittene Abflüsse m³/s				
		2009				2009					Abfluss- jahr (*) 2009	Kalender- jahr 2009	1959/2009 51 Kalenderjahre		
		Jahr	Datum	Winter	Sommer	Jahr	Datum	Oberer Hüllkurve	Mittlere Werte				Untere Hüllkurve		
NQ	m³/s	0.073	am 27.09.2009	0.114	0.073	0.073	am 27.09.2009	0.073	am 27.09.2009	364	1.64	1.64	10.8	3.53	1.18
MQ	m³/s	0.324		0.495	0.155	0.373		0.373		363	1.51	1.62	6.32	2.84	1.09
HQ	m³/s	2.14	am 08.10.2009 bei W = 103 cm	2.01	2.14	4.46	am 23.11.2009 bei W = 161 cm	4.46	am 23.11.2009	362	1.50	1.51	5.55	2.45	0.936
Nq	l/(skm²)	1.91		3.00	1.91	1.91		1.91		361	1.41	1.50	4.12	2.22	0.865
Mq	l/(skm²)	8.49		13.0	4.07	9.80		9.80		360	1.36	1.41	4.06	2.07	0.790
Hq	l/(skm²)	56.2		52.7	56.2	117		117		359	1.30	1.36	3.65	1.96	0.776
h _N	mm	732		308	424	849		849		358	1.19	1.34	3.42	1.85	0.734
h _A	mm	268		203	65	309		309		357	1.16	1.30	3.26	1.75	0.696
1959/2009 (*) 51 Jahre											1959/2009				
NQ	m³/s	0.029	am 05.07.1976	0.041	0.029	0.029	am 05.07.1976	0.029	am 05.07.1976	210	0.347	0.398	0.908	0.433	0.178
MNQ	m³/s	0.089		0.182	0.098	0.095		0.095		209	0.272	0.324	0.779	0.361	0.130
MQ	m³/s	0.448		0.642	0.256	0.449		0.449		183	0.213	0.253	0.665	0.309	0.100
MHQ	m³/s	6.30		5.82	3.17	6.36		6.36		150	0.177	0.195	0.531	0.252	0.080
HQ	m³/s	17.0	am 04.12.1960 bei W = 323 cm	17.0	12.3	17.0	am 04.12.1960 bei W = 323 cm	17.0	am 04.12.1960	130	0.152	0.164	0.463	0.218	0.075
HQ ₁	m³/s	5.41								120	0.142	0.152	0.443	0.204	0.073
HQ ₅	m³/s	8.77								110	0.134	0.141	0.427	0.192	0.071
MNq	l/(skm²)	2.35		4.76	2.57	2.49		2.49		100	0.128	0.130	0.409	0.179	0.068
Mq	l/(skm²)	11.8		16.9	6.73	11.8		11.8		90	0.122	0.125	0.400	0.167	0.067
MHq	l/(skm²)	165		153	83.2	167		167		80	0.115	0.115	0.383	0.155	0.064
Mh _N	mm	69		91	96	73		73		70	0.112	0.112	0.370	0.142	0.061
Mh _A	mm	371		264	107	371		371		60	0.105	0.105	0.362	0.129	0.058
Niedrigwasser (n)											Hochwasser				
1	m³/s	0.029	0.762	05.07.1976	17.0	446	323	04.12.1960	17.0	0.080	0.080	0.295	0.073	0.044	
2	0.046	1.20	22.07.1996	12.3	323	244	29.06.1981	12.3	0.079	0.079	0.295	0.072	0.044		
3	0.046	1.21	13.09.1959	11.7	306	244	28.10.1998	11.7	0.078	0.078	0.295	0.071	0.043		
4	0.050	1.32	17.08.1964	10.1	265	246	15.01.1968	10.1	0.078	0.078	0.292	0.067	0.042		
5	0.058	1.53	24.09.1982	9.93	261	232	19.12.1988	9.93	0.078	0.078	0.289	0.065	0.041		
6	0.059	1.55	24.10.1971	9.81	257	231	30.12.1986	9.81	0.077	0.077	0.289	0.061	0.041		
7	0.060	1.57	24.09.1999	9.16	240	218	01.02.1983	9.16	0.077	0.077	0.289	0.058	0.040		
8	0.062	1.63	09.08.2006	8.92	234	219	30.12.2002	8.92	0.077	0.077	0.288	0.055	0.038		
9	0.064	1.69	26.01.1996	8.76	230	222	01.11.1998	8.76	0.076	0.076	0.288	0.052	0.037		
10	0.065	1.71	26.08.2001	8.74	229	222	07.02.1984	8.74	0.073	0.073	0.282	0.029	0.029		

Umrechnung auf den Standort Stauanlage „Neumühle“

Parameter	Einheit	Pegel Lutum (1959/2009)	„Neumühle“ (berechnet)
Einzugsgebiet	km²	38,11	108,8
NQ	m³/s	0,029	0,083
MNQ	m³/s	0,089	0,254
MQ	m³/s	0,448	1,279
MHQ	m³/s	6,3	17,986
HQ	m³/s	17,0 (1960)	48,5

Diese Umrechnung zeigt, dass die in der MBS angenommenen Daten sich in etwa mit den umgerechneten Werten decken, bei MQ beträgt die Abweichung ca. 7,7 %.

Die Abflussdaten dienen als Grundlage zur Bewertung des Energiepotenzials des Wasserkraftstandortes.



Die Abbildung zeigt die Jahresganglinie über die Tagesabflusswerte am Pegel Lutum für das Jahr 2022. Die Werte zeigen deutlich die jahreszeitlichen Abflussschwankungen. Während das Sommerhalbjahr durch geringe Abflüsse geprägt ist, treten die Abflussspitzen vor allem in den Wintermonaten auf. Es wurde bewusst die Jahresganglinie für 2022 gewählt, da diese die Bedingungen der vergangenen Dürrejahre widerspiegelt, das Jahr 2023 hingegen war durch höhere Abflüsse im Sommerhalbjahr geprägt.

3.4 Einschätzung Stauwehr

Die Stauanlage wurde mit dem Umbau der Mühle und dem Einbau der Wasserkraftturbine in den 1980er errichtet. Vergleichbar mit vielen ähnlichen Anlagen im Münsterland, die in den 1960er/ 70er Jahren gebaut wurden, handelt es sich um eine Fischbauchklappe mit einseitig angeordnetem Antrieb, als hydraulisch betätigter Zugzylinder. Die Steuerungstechnik ist in dem angrenzenden Gebäude untergebracht.

Ohne jetzt weiter auf den technischen Zustand der Anlage einzugehen ist aber zu erwarten, dass im Zusammenhang mit dem Neubau einer Wasserkraftanlage, auch im Hinblick auf die Anpassung der Gewässerbewirtschaftung, die vorhandene Stauanlage mit einzubinden ist. Inwieweit noch weitere Kosten zur Ertüchtigung der Stauanlage anteilig zu berücksichtigen sind, hängt von dem technischen Zustand ab. Jedoch ist zu beachten, dass aufgrund des Anlagenalters sowohl die Maschinenteknik als auch die Steuerungstechnik ihre

Nutzungsdauer erreicht haben. Die verbauten Komponenten sind mittlerweile veraltet, für einen Weiterbetrieb der Stauanlage müssten diese dementsprechend ertüchtigt werden. Hierfür sind folgende Maßnahmen zu berücksichtigen:

Ertüchtigung Ingenieurbauwerke der Stauanlage

- bauliche Sanierung der Stauanlage, Bauwerkssanierung Wehranlage
- Stahlwasserbau Sanierung Wehrklappe
- Ertüchtigung der technischen Ausstattung, Erneuerung Antrieb Stauklappe
- Erneuerung und Modernisierung der Meß-, Steuer- und Regeltechnik Elektrotechnische Ausstattung, SPS Steuerung, Visualisierung
- ggfls. Optimierung der Steuerung, sonstige Erfassungssysteme, Kameras

Da auch beim Bau des Raugerinnes eine Wegverbindung im Bereich des vorh. Bauwerkes erhalten werden soll, wird der Kostenanteil der Bauwerkssanierung Uferwände und Brücke bei der Abschätzung der Wirtschaftlichkeit nicht mitbetrachtet. Somit sind zum Erhalt der Aufstauhöhe die Kosten für die Anlagentechnik Stauwehr einzupreisen. Die Kosten sind im Pkt. 4.4 detailliert aufgeführt

4 Erzeugungspotential Wasserkraftwerk Stauanlage „Neumühle“

4.1 Standortbedingungen, Wasserkraftpotential

Der Wasserkraftstandort am Maßnahmenstandort ist mit einer Fallhöhe $\leq 2,40$ m als Kleinwasserkraftwerk einzuordnen. Allerdings ist das regional betrachtet eine große Fallhöhe, weil die Stauanlagen im Münsterland überwiegend niedrigere Absturzhöhen haben. Somit handelt es sich hier aufgrund der Fallhöhe um einen guten Wasserkraftstandort, jedoch mit einem eher geringen Wasserdargebot.

Das potenzielle Energiedargebot des Standortes errechnet sich aus der Multiplikation der Gewichtskraft des Wassers ($1000 \times 9,81$) mit dem Abflussvolumenstrom Q und der gegebenen Fallhöhe (hier max. $2,40$ m). Das bedeutet theoretisch können am Maßnahmenstandort pro m^3 etwa $23,5$ kW zur Energieerzeugung genutzt werden. Da die Fallhöhe von Unterwasserschwankungen beeinflusst wird und zudem evtl. Veränderungen des Stauziels in Betracht gezogen werden, wird für die weitere Betrachtung eine Fallhöhe von $2,20$ m in Ansatz gebracht. Damit sind gut $21,5$ kW je m^3 Durchfluss zur Energieerzeugung nutzbar.

Üblicherweise wird als Bemessungsabfluss für die Ausbauleistung einer Wasserkraftanlage je nach Standort eine Unterschreitungsdauer von 240-270 Tagen herangezogen, abzüglich der Betriebsabflüsse für Fischaufstiegsanlagen, Wasserentnahmen etc.; ca. 15-20% MQ, bzw. in etwa Q30 Wert, ergibt rd. $0,27$ m^3/s ; dieser Abfluss ist vom Bemessungsabfluss für die Wasserkraftanlage abzuziehen.

Die Tabelle aus dem LANUV Fachbericht, S. 114, zeigt die Orientierungswerte, hier in Rahmen der Vorstudie $Q_{30} \approx 0,27$ $m^3/s \geq 1,0$ MNQ gewählt, $MNQ \approx 0,25$ m^3/s .

Tabelle A 8: Variation des Mindestabflusses

Einzugsgebietsgröße	Mindestabfluss Q_{min}		
	Standard Orientierungswert	Erhöhter Orientierungswert	Erhöhter Orientierungswert mit Zuschlag für kleine Gewässer
20 – 50 km ²	0,5 MNQ	0,6 MNQ	0,5 MNQ
≥ 50 km ²	0,33 MNQ	0,5 MNQ	1,0 MNQ

Für den Standort Stauanlage „Neumühle“ ergibt sich aus den umgerechneten Hüllwerte für Q240 ein Abfluss von ca. $1,67$ m^3/s , für Q270 liegt dieser bei $1,97$ m^3/s . Da die hohen Abflüsse

vorwiegend im Winterhalbjahr stattfinden, wäre für den Standort eine Auslegungswassermenge >Q240 von Vorteil.

Wasserkraftstandorte wie der hier betrachtete mit hohen Abflussschwankungen erzielen rd. 60% der Jahresleistung im Winterhalbjahr Nov-Feb, also an etwa 100-120 Tagen im Jahr. Als Planungsgrundlage dient ein erhöhter Abfluss, hier angenommen ein Q260 Wert. Für den Standort ergibt sich die umgerechnete Wassermenge $Q_{260} = \sim 1,82 \text{ m}^3/\text{s}$, davon abzuziehen sind der Dauerabschlag MNQ/Q30 mit $\sim 0,27 \text{ m}^3/\text{s}$ für den Fischpass sowie weitere 50-100 l/s für einen Bypasskanal parallel zur Wasserkraftanlage. Somit ergibt sich für die Wasserkraftnutzung eine Auslegungswassermenge von $1,50 \text{ m}^3$ und unter Zugrundelegung der angenommenen Fallhöhe von 2,2 m, dies ergibt für den Standort ein Energiepotential von etwa 32,37 kW.

Moderne effiziente Anlagen liegen bei Wirkungsgraden >70 % bis knapp 80 %, je nach Auslegung der Steuerungstechnik und elektrotechnischer Ausstattung. Überschlänglich lässt sich die maximale elektrische Leistung mit der Formel wie folgt ermitteln:

$$P_{el} [\text{kW}] = 7 \times Q [\text{cbm/s}] \times H [\text{m}] \rightarrow \text{bei } 1,5 \text{ m}^3/\text{s} \text{ und } 2,2 \text{ m Fallhöhe} = 23,1 \text{ kW.}$$

Bei einer optimal arbeitenden Anlage kann man von etwa 4.000 h Vollastbetrieb pro Jahr ausgehen. Mit den 23,1 kW könnten also theoretisch rd. 92.400 kWh pro Jahr erzielt werden.

Zu der Einschätzung wird auch auf die im Lanuv Fachbericht auf Seite 104 aufgeführte tabellarische Darstellung für Volllaststunden verwiesen, wie folgt

Tabelle A 4: Volllaststunden für verschiedene Ausbaugrade $\epsilon_2 = Q_A / (MQ - Q_{\text{öko}})$ nach Trendlinien für Dauerlinientypen nach MUNLV (2005)

Abflussverhalten	MNQ/MQ	Dauerlinientyp	Volllaststunden t_{voll} gemäß Trendlinien* [h/a]		
			$\epsilon_2 = 1,0$	$\epsilon_2 = 1,2$	$\epsilon_2 = 1,3$
sehr gleichmäßig	$\geq 0,27$	I a	5000	4800	4650
gleichmäßig	0,18 – 0,27	I b	4450	4230	4100
ungleichmäßig	0,09 – 0,18	II a	4350	4100	3800
sehr ungleichmäßig	$< 0,09$	II b	3950	3800	3650

* BZR-ARN (2013)

Das Abflussverhalten der Berkel, umgerechnet aus dem Verhältnis MNQ/MQ ist ungleichmäßig, demnach kann die Anzahl der Volllaststunden nach dieser Tabelle angesetzt werden. Damit ist bei einem Wirkungsgrad von 74 % und 3.800 h Volllastbetrieb theoretisch ein Jahresertrag von 91.300 kWh möglich.

Um die Berechnung zu plausibilisieren, wurden die Stromerzeugungswerte von Wasserkraftanlagen vergleichbarer Standorte betrachtet. Es hat sich gezeigt, dass die vergangenen Dürrejahre einen negativen Einfluss auf den Stromertrag haben und das Abflussverhalten von Gewässern extremer ausfällt, teils mit sehr langen Niedrigwasserperioden und kurzzeitigen Hochwässern. Tatsächlich ergibt der mittl. Jahresertrag rückgerechnet über P_{el} in etwa 3.650 h Volllaststunden. Damit wäre für diesen Standort ein Jahresertrag von 84.315 kWh realistisch.

Verglichen mit der Wasserkraftschnecke in Gescher weiter unterhalb an der Berkel, ergibt sich aufgrund der Fallhöhe bei vergleichbarer Ausbauwassermenge ein Faktor von $\sim 1,5$. Die durchschnittlichen Ertragswerte der Anlage in Gescher lassen für diesen Standort etwa 90 Tsd. kWh erwarten.

Für die weitere Betrachtung wird ein Wert von 80 Tsd. kWh in Ansatz gebracht.

4.2 Technische Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung

In der Anfrage für die Errichtung einer Wasserkraftanlage wurde die Nutzung der Wasserkraft mit einer Wasserkraftschnecke in Betracht gezogen. Gleichzeitig ist aber auch die Nutzung mit anderen Wasserkraftmaschinen als Option zu betrachten.

Wasserkraftschnecken [WKS], auch archimedische Schnecken, werden als „fischfreundlich“ eingestuft und zählen zu den Anlagen, die nachweislich keine Fischschäden produzieren und von der Pflicht zum Einbau von Fischabstiegs- und Fischschutzanlagen ausgenommen sind. Das Arbeitsprinzip der WKS nutzt für den Antrieb anders als die Turbine nicht die Strömungsenergie, sondern die Schwerkraft des Wasserstroms – das Wasser wird portionsweise von einem höheren Punkt runtergeführt und die potenzielle Energie in eine Umdrehung der Rotorwelle umgewandelt. Im Grunde arbeitet die Wasserkraftschnecke wie eine Pumpe mit umgekehrter Fließrichtung, über die Drehzahl und das Schluckvermögen der Anlage wird der Durchfluss bestimmt. Dadurch bietet die WKS den Vorteil, auch bei geringeren Zuflussmengen einen relativ hohen Wirkungsgrad zu erzielen, so dass über die gesamte Kennlinie gesehen eine den Turbinen vergleichbare Leistungsausbeute möglich ist.

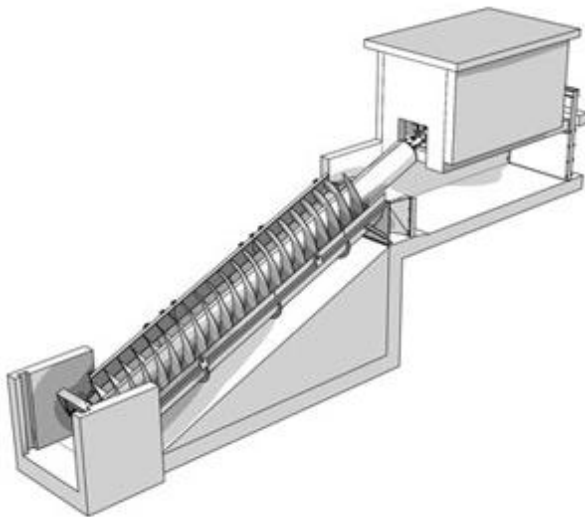


Bild: Wasserkraftschnecke als Hybridanlage mit selbsttragendem Stahltrug, unteres und oberes Auflager als Ortbetonbauwerk.

Quelle: www.rehart-power.de

Der Wirkungsgrad der Schnecke liegt bei etwa 85%, bei der Umwandlung in elektrische Energie entstehen weitere Verluste, so dass je nach Anlage ein Gesamtwirkungsgrad von min. 75% angesetzt werden kann. Schwankende Wasserstände und Wassermengen im Jahresverlauf im Ober- und Unterwasserbereich beeinflussen den Wirkungsgrad einer WKS, haben jedoch keinen Einfluss auf Funktion und Betrieb.

Der übliche Drehzahlbereich von Wasserkraftschnecken liegt zwischen 25 und 35 Umin, damit sind sie deutlich langsamer als Turbinen, was sich positiv auf die Fischverträglichkeit auswirkt. Auf Feinrechen-Anlagen, die bei Turbinen zur Fernhaltung von Schwemmteilen und zur Abweisung von Fischen benötigt werden, kann verzichtet werden. Die Schwemmteile und Fische können ungehindert die Schnecke passieren, lediglich ein Grobrechen hält Treibholz u.ä. zurück, um Schäden an der Schnecke zu vermeiden. Durch die großen Spaltweiten des vorgeschalteten Grobrechens werden anfallende Rechengutmengen und Entsorgungskosten vermindert. Ebenso ist eingeschränkt ein Sediment- und Geschiebetransport möglich.

Im Allgemeinen stellen Stau- und Turbinenanlagen nicht nur für aufsteigende, sondern auch für abwandernde Fische ein großes Gefahrenpotential und Migrationshindernis dar. Insbesondere betroffen hiervon sind bei vielen Fließgewässern langdistanzwandernde Fische wie beispielsweise der europäische Aal, da er bei seiner Laichwanderung durch Kaplan- oder

Francisturbinen erheblich geschädigt werden kann. Aber auch Meerforelle, Lachs oder Flussneunauge sind gefährdet. Der Vorteil der Wasserkraftschnecke liegt also auch unter dem ökologischen Aspekt darin, dass diese Bauart im Vergleich zu Turbinenanlagen einen geringeren Eingriff darstellt, sie bietet sogar durch den Transport von Geschiebe, Laub und Totholz einen positiven Nutzen bei Stauanlagen.

Die Anlage kann mit einem Frequenzumrichter drehzahlgesteuert betrieben werden, zudem lässt sich durch die Steuerung des Zuflusses mittels Drosselschieber die Laufzeit bei niedrigeren Abflüssen steigern, was sich in einer besseren Energieausbeute niederschlägt.

Weitere umweltschonende Anlagen für kleine Wasserkraftwerke stellen Propellerturbinen als Kompaktanlage dar. Das Prinzip ähnelt einer umgekehrt arbeitenden Rohrschachtpumpe. Diese fischfreundlichen Turbinen sind relativ neu und zeichnen sich durch einen großen Durchflussquerschnitt aus, zudem können die Anlagen an bestehenden Standorten mit überschaubarem baulichen Aufwand nachgerüstet werden. Diese Anlagen sind simpel konstruiert, als kompakte Turbine-Generator-Einheit ohne Verstellmöglichkeit des Leitapparates und ohne Getriebe. Betrieben wird eine solche Anlage drehzahlgesteuert, die Energieerzeugung erfolgt mit einem Permanent-Generator. Damit sind die Anschaffungskosten und Wartungskosten geringer als bei konventionellen Turbinenanlagen.

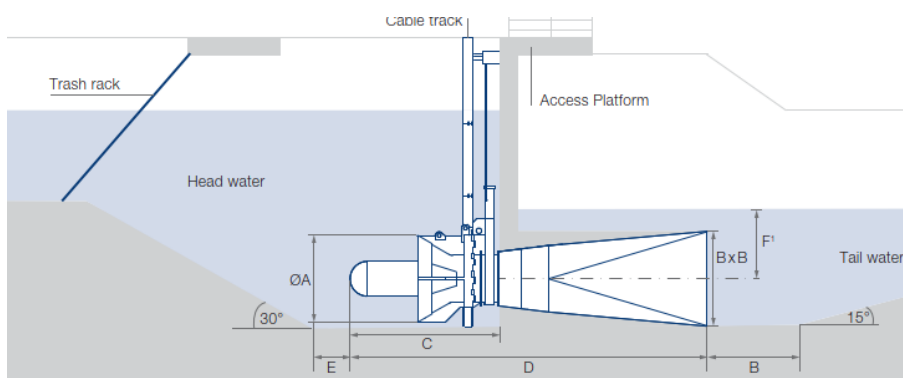


Abbildung: Schemazeichnung StreamDiver, Fa. Voith Quelle: <https://voith.com>

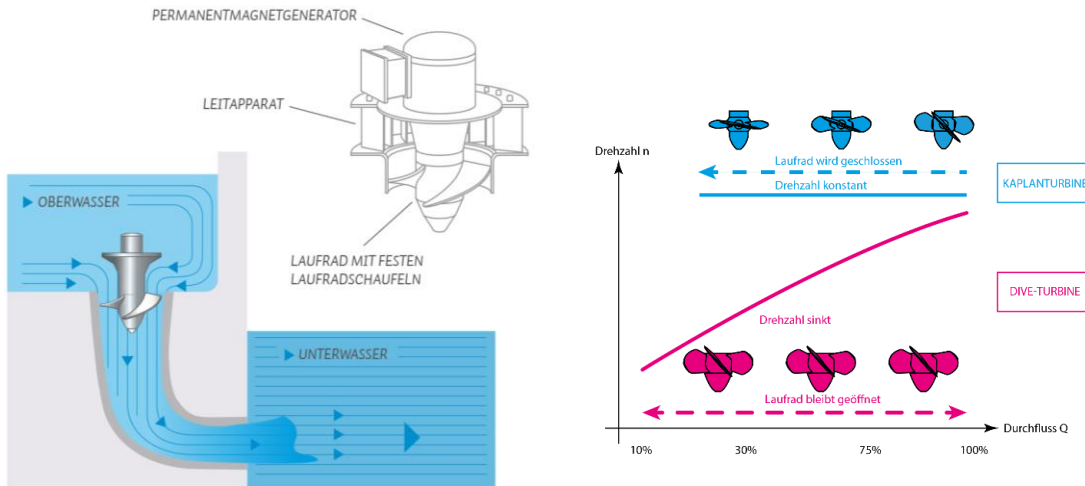
Laut Anwendungsdiagramm der Fa. Voith wäre bei den Standortbedingungen hier aber selbst der kleinste Typ zu groß, weil diese Anlagen mindestens 2 m Fallhöhe benötigen und der Durchfluss über 2 m³/s liegen sollte.

Eine ähnliche Turbine hat auch der niederländische Hersteller Pentair Fairbanks Nijhuis aus Winterswijk im Angebot. Auch diese Anlage wird als fischfreundlich eingestuft, kann aber auch mit geringerem Durchfluss betrieben werden, mit Fallhöhen ab 1 m.



Diese Anlagen bauen kompakter als eine Wasserkraftschnecke, sind aber aufgrund der bauartbedingten Anordnung unter Wasser aufwändiger in Bezug auf die Wartung. Das Bauwerk muss so beschaffen sein, dass die Anlagen hochgefahren werden können.

Eine weitere Variante ist die DIVE Turbine, deren Bauweise ähnlich der Kaplan turbine ist. Aber auch diese Turbine wird mit einem Permanentgenerator drehzahlgesteuert betrieben, mit der Drehzahlsteuerung und langsamerer Umdrehungszahl kann der Leitapparat weiter geöffnet bleiben, wodurch die Anlage fischfreundlicher als konventionelle Anlagen eingestuft wird. Auch die DIVE Turbine ist eine relativ neue Technologie, wobei bereits viele Projekte mit diesen Aggregaten umgesetzt worden sind. Die baulichen Voraussetzungen sind mit denen einer Schachtturbine vergleichbar. Konstruktionsbedingt ist diese Anlage in Bezug auf die Ökologie/ Fischfreundlichkeit schlechter zu bewerten als die anderen Bauarten.



Und natürlich ist an dem Standort auch der Einbau eines Wasserrades möglich. Auch im Zusammenhang mit dem Projekt Twin Power soll ein oberflächliches Wasserrad installiert werden. Hier ein Beispielbild des Lieferanten, Fa. Mühlenbau Schuhmann aus Bad Kissingen. Abgebildet ist ein dreizeelliges Wasserrad, mit 3,3 m Durchmesser, 4 m Breite und 26 kW Leistung.



Die geringere Schluckmenge eines Wasserrades erlaubt eine wesentlich feinere Regulierung des Oberwasserstandes. Das Wasserrad kann dabei drehzahlregelt betrieben werden, d.h. bei geringem Zufluss ist die Umdrehungszahl geringer, um möglichst einen hohen Füllungsgrad zu erreichen. Bei höherem Zufluss erhöht sich die Raddrehzahl, maximal auf ca. 10 Umin, Umlaufgeschwindigkeit ~1,3 m/s. Runtergeregelt auf ca. 1/3 der Umdrehungszahl vermindert sich die Umlaufgeschwindigkeit etwa auf die Hälfte. Aufgrund der geringen Drehzahlen, der vergleichsweise großen Durchgangsöffnungen und Verzicht auf Feinrechen zählen Wasserräder, wie auch Wasserkraftschnecken, zu den „fischfreundlichen Turbinen“.

Bewertung der Wasserkraftanlagentypen

	Wasserkraftschnecke	Streamdiver	DIVE Turbine	Wasserrad
Ökologie	+++	++	+	++
Platzbedarf	++	++	+++	++
Baulicher Aufwand	+++	++	+++	++
Wartung/Betrieb	+++	++	++	+++
Ertrag	+++	++	++	+++

Der Vorteil der DIVE Turbine liegt vor allem darin, dass diese Anlage mit geringem Aufwand am vorhandenen Standort eingebaut werden könnte. Aber unter dem Aspekt der Ökologie ist diese Technik eher nicht empfehlenswert. Anlagen wie die Streamdiver Turbine sind für diesen Standort ebenfalls weniger geeignet, allein schon aufgrund der Anlagengröße. Für diese Anlage ist der Aufwand des Bauwerkes bzw. der baulichen Anpassungen unter Wasser am höchsten, weil die Anlage komplett untergetaucht betrieben wird. Für den Staudruck ist ein entsprechend großes Stauvolumen vor dem Turbinenpropeller nötig. Zudem führt die Berkel eine relativ hohe Geschiebefracht, so dass die Versandung dieser langsam drehenden Anlagen bei geringem Durchfluss auch ein Problem darstellen könnte.

Die Wasserkraftschnecke ist ebenfalls eine sehr erprobte und einfache Art der Wasserkraftnutzung. Unter dem ökologischen Aspekt ist das sicherlich die beste Variante, da mit der deutlich langsameren Umdrehungszahl und dem großen Kammervolumen ein Fischabstieg nachweislich gut möglich ist. Der Nachteil liegt in der Anlagengröße, damit ist der bauliche Aufwand höher. Eine Hybridanlage mit selbsttragendem Stahltrog kann hier von Vorteil sein, weil dann nur das obere Auflager größeren Bauaufwand erfordert, das untere Auflager kann relativ einfach ausgeführt werden.

Aber auch das Wasserrad, als überschlächtiges oder evtl. unterschlächtiges Wasserrad, könnte hier eine Möglichkeit zur Wasserkraftnutzung bieten. Die Wirkungsgrade sind ähnlich gut wie bei Wasserkraftschnecken, zudem sind Wasserräder aufgrund der geringeren Schluckmenge auch über den Jahresverlauf mit geringerem Durchfluss länger im Teillastbetrieb und können somit den Nachteil bei Volllast ausgleichen.

4.3 Realisierungsmöglichkeiten am Standort

Aufgrund der Gewässerstruktur und der Abmessungen möglicher Wasserkraftanlagen ist unserer Einschätzung am besten die Wasserkraftschnecke realisierbar, da diese im Bereich des vorh. Turbinenkanals gut integriert werden könnte. Die Länge hinter der Brücke mit etwa 16 m reicht aus, um sowohl den Zulauf mit Notverschluss als auch den Schneckenotrog mit Einhausung für die Generatoreinheit unterzubringen. Parallel zum Schneckenotrog kann ein Bypasskanal für absteigende Fische angeordnet werden, anstelle des vorh. Rechens kann ein neuer Feinrechen installiert werden. Die Anordnung neben dem Wehr ermöglicht zudem, Geschwemmsel einfach über die Wehranlage abzuleiten. Der Anschluss an das Oberwasser ist ebenfalls gut realisierbar.

Das vorhandene Betriebsgebäude könnte für alle Anlagen als Technikraum für die Steuerung sowie als Lagerraum genutzt werden. Alle Anlagen erfordern eine ähnlich große Schaltanlage, bei der Wasserkraftschnecke kommen je nach Konstellation der Frequenzrichter und die el. Bremse dazu. Zudem wird für die Notabspernung eine Armatur und ein Schnellschlussschieber benötigt. Die einzelnen Komponenten müssten in einem Betriebsgebäude über dem Schneckenotrog untergebracht werden.

Beim Wasserrad müsste je nach Ausführung und Breite der Standort evtl. weiter ins Unterwasser verlagert werden, um das Abflussprofil der Wehranlage nicht einzuengen. Damit hat diese Variante den Nachteil, dass umfangreichere Baumaßnahmen im Gewässer erforderlich würden.

Noch nicht betrachtet wurde die notwendige Schaffung der Gewässerdurchgängigkeit, also der Neubau einer Fischaufstiegsanlage. Für den Abfluss von >250 l/s ergibt sich für eine technische Lösung mit einem Schlitzpass (Vertical Slot) eine Anlagengröße mit Beckenabmessungen ca. 2,0 x 1,5 m i.L., als Mindestanforderung für die lokal dominierenden Fischarten, gem. DWA-M 509 zu wählenden geometrischen Bemessungswerte. Damit ergeben sich bei einer Fallhöhe von 2,20 m und verglichen mit der Annahme für das Raugerinne mit Δh 0,10 m pro Riegel mindestens 21 Becken, somit inkl. der Trennwände und Absperreinrichtungen eine Anlagenlänge von rd. 50 m.

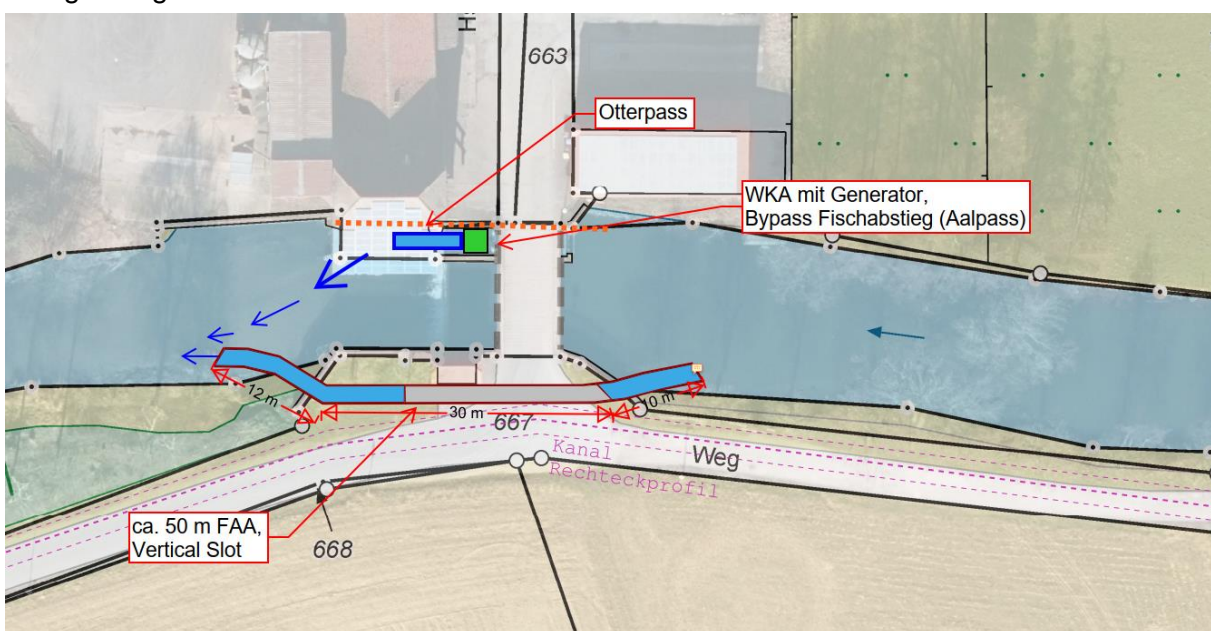


Abbildung: Skizze mögliche Anordnung der FAA

Ein Raugerinnebeckenpass als naturnahes Umgehungsgerinne benötigt mehr Platz, aber diese Variante im Nebenschluss wäre aufgrund der vorh. Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Wege allein schon aus Platzgründen nicht realisierbar. Dort verläuft ein Betonkanal Rechteckprofil 2500/1500, Sohlentiefe ca. 2,30 m unter GOK. An der Wehrwange ist das Betriebsgebäude der Stauanlage angebaut, zwischen dem Hauptsammler und Gebäude verbleibt eine Restbreite knapp < 2,0 m. Daher bleibt als Lösungsmöglichkeit in Verbindung mit der Wasserkraftanlage nur ein Schlitzpass im Nebengerinne parallel zur Stauanlage zwischen Betriebsgebäude und Hauptsammler am südlichen Ufer.

Für einen möglichst breiten Querschnitt der FAA müssen die Wände des Bauwerkes dünnwandig ausgeführt werden, hierfür ist bspw. eine Stahlkonstruktion geeignet. Eine solche Ausführung ist u.a. im Kreis Steinfurt an der Düte, Mühle Bohle, umgesetzt worden.



Fotos: Ausführungsbeispiel Stahlrog FAA, links im Bau, rechts in Betrieb (Quelle: Flick IG)

Ein weiteres Beispiel, dass vom AWW Coe, genannt wurde, ist ein Fischpass in den Niederlanden an der Burg Kasteel Hackfort, [Vispassage Hackfort, Vorden - Architectenbureau Prent](#). Diese Anlage vereint die FAA mit dem gestalterischen Aspekt.



Da an der Berkel auch Durchgängigkeit des Gewässers für den Fischotter zu berücksichtigen ist, und diese über die verbauten Ufer nicht gegeben ist, muss am Maßnahmenstandort zusätzlich eine Passierbarkeit entlang der Uferlinie ermöglicht werden. Dies bietet sich hier an der nördlichen Seite vor der Uferwand an. Dort kann entweder die Uferwand tlw. abgebrochen werden und bis zum Auslaufbauwerk des Turbinengangs als durchgängige Böschung gestaltet werden, oder an der Wand werden Einrichtungen für die Durchgängigkeit montiert (Laufbretter u.ä.). Parallel zur Wasserkraftanlage müsste dann ein Durchgang unter der Brücke geschaffen werden.



Fotos: nördliches Ufer im Bereich der Stauanlage

Die Herstellung der Bauwerke an der nördlichen Uferseite erfordert auch einen Flächenerwerb, das ehem. Mühlengebäude und Teile des Turbinenkanals gehören nicht zum Gewässerflurstück.

Zudem ist für den Fischpassbau die Straßenunterquerung vor dem Brückenbauwerk erforderlich, hierfür muss ein Durchlassprofil mit möglichst großem Querschnitt verbaut werden, um eine ausreichende Belichtung sicherzustellen.

4.4 Investitionskosten, Vergütung und Förderungen

Als Entscheidungsgrundlage für die Nutzung des Standortes zur Energieerzeugung dient vor allem das Ergebnis der Kosten für die Errichtung einer Wasserkraftanlage, einschließlich Ertüchtigung der baulichen Anlagen für den langfristigen Betrieb der Wasserkraftnutzung. Die Kostenaufstellung wird dem möglichen Ertrag gegenübergestellt.

Wie unter Pkt. 3.4 beschrieben, werden am vorhandenen Stauwehr Kosten für die technische Ausstattung anfallen. Für einen möglichst effizienten Betrieb der Wasserkraftanlage ist eine optimal arbeitende Stauanlage mit Einbindung in die Steuerungstechnik entscheidend. Ob die Substanz der Stahlwasserbaukomponenten lediglich eine Sanierung des Korrosionsschutzes oder eine (Teil-)Erneuerung erfordert, lässt sich erst nach intensiver Prüfung der Materialstärken feststellen. Allerdings liegen die Kosten für eine grundlegende Sanierung oder einen kompletten Nachbau der Fischbauchklappe in vergleichbarer Größenordnung. Auch für die Antriebstechnik sind die Kosten in ähnlicher Größenordnung zu erwarten, unabhängig davon ob der Hydraulikantrieb erneuert wird oder stattdessen ein Elektrohubzylinderantrieb eingesetzt wird

Die Baumaßnahmen werden unabhängig voneinander betrachtet. Inwieweit sich Synergieeffekte bei Allgemeinkosten, Wasserhaltung und auch die Technische Ausstattung bei einer gemeinsamen Bauausführung ergeben können, müsste im weiteren Projektfortschritt geprüft werden. Vorerst werden die Einzelmaßnahmen separat betrachtet. Für den Umbau des bestehenden Wasserkraftanlagenstandortes sind u.a. folgende Baumaßnahmen erforderlich:

1) Ertüchtigung der Stauanlage

Ertüchtigung der Stauanlage, Maschinentechnische Ausstattung		
Baustelle Allgemeinkosten, Verkehrssicherung	psch	25.000,00 €
Einrichtungen zur Umleitung Gewässervorflut durch Turbinenkanal, vorh. Notverschlüsse	psch	10.000,00 €
Wasserhaltung Sanierung bauliche Anlagen	psch	25.000,00 €
Demontage, Kraneinsatz, Fracht Anlagentechnik	psch	20.000,00 €
Entsorgungskosten alte Anlagenkomponenten	psch	5.000,00 €
Erneuerung Stauklappe	psch	90.000,00 €
Erneuerung Klappenantrieb	psch	35.000,00 €
Modernisierung Steuerungstechnik	psch	40.000,00 €
		250.000,00 €
Unvorhersehbares, Sicherheitszuschlag	25%	62.500,00 €
Zwischensumme Sanierungskosten		312.500,00 €
Planungskosten, Nebenkosten, Gebühren	20%	62.500,00 €
	Netto	375.000,00 €
	MwSt. 19%	71.250,00 €
	Brutto	446.250,00 €
	rd.	450.000,00 €

2) Anpassung der baulichen Anlagen für die Wasserkraftnutzung

Neubau Wasserkraftanlage		
Baustelle Allgemeinkosten, Verkehrssicherung	psch	25.000,00 €
prov. Absperrung/ Verdämmung im Gewässer	psch	20.000,00 €
Wasserhaltung Anpassung bauliche Anlagen	psch	30.000,00 €
Bauliche Anlagen für WKA	psch	60.000,00 €
Tief-/Wasserbau für WKA	psch	25.000,00 €
Lieferung Maschinenteknik WKA	psch	210.000,00 €
Ausstattung Rechen/Bypasskanal (Aalpass)	psch	40.000,00 €
Steuerungstechnik	psch	40.000,00 €
Fracht, Kraneinsatz, Montage, Inbetriebnahme	psch	20.000,00 €
		470.000,00 €
Unvorhersehbares, Sicherheitszuschlag	25%	117.500,00 €
		587.500,00 €
Zwischensumme Neubau Wasserkraftanlage		587.500,00 €
Planungskosten, Nebenkosten, Gebühren	20%	117.500,00 €
Grunderwerb		8.000,00 €
	Netto	713.000,00 €
	MwSt. 19%	135.470,00 €
	Brutto	848.470,00 €
	rd.	850.000,00 €

3) Schaffung der Gewässerdurchgängigkeit

Neubau Fischpass, Otterpass		
Baustelle Allgemeinkosten, Verkehrssicherung	psch	25.000,00 €
prov. Absperrung/ Verdämmung im Gewässer	psch	10.000,00 €
Wasserhaltung FAA, Anbindung Gewässer	psch	25.000,00 €
Anlagen für Fischotterdurchgängigkeit	psch	25.000,00 €
Tief-/Wasserbau für FAA, Sicherung vorh. Bauwerke	psch	50.000,00 €
Bauliche Anlagen für FAA	psch	100.000,00 €
Mehraufwand im Fahrbahnbereich, SLW30	psch	40.000,00 €
Schüttsteine, Bepflanzung	psch	20.000,00 €
		295.000,00 €
Unvorhersehbares, Sicherheitszuschlag	25%	73.750,00 €
		368.750,00 €
Zwischensumme Schaffung Gewässerdurchgängigkeit		368.750,00 €
Planungskosten, Nebenkosten, Gebühren	20%	73.750,00 €
	Netto	442.500,00 €
	MwSt. 19%	84.075,00 €
	Brutto	526.575,00 €
	rd.	530.000,00 €

Bei der geplanten Bauausführung zur Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit am Maßnahmenstandort handelt es sich um eine Baumaßnahme, die unabhängig von einer

möglichen Wasserkraftnutzung durchzuführen ist. Laut Aussage des Abwasserwerkes Coesfeld wird die Schaffung der ökologischen Durchgängigkeit als Kompensationsmaßnahme für Niederschlagswassereinleitungen im Sinne der Arbeits- und Merkblattreihe DWA-A/M 102 (BWK-A/M 3) durchgeführt. Somit ist für den Neubau einer Fischaufstiegsanlage, als Alternative zu den bereits in der Machbarkeitsstudie aufgeführten Varianten, kein Zuschuss gemäß der Förderrichtlinie Hochwasserrisikomanagement und Wasserrahmenrichtlinie (FöRL HWRM/WRRL) zu erwarten.

Der Umbau am Maßnahmenstandort, zur Schaffung der ökologischen Durchgängigkeit, muss ohnehin durchgeführt werden. Deshalb bleiben die Kosten bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraftnutzung unberücksichtigt.

Fördermöglichkeiten und Zuwendungen:

Laut Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023), § 40 Wasserkraft, beträgt die Vergütung für die Einspeisung bei einer Bemessungsleistung bis 500 kW 12,03 ct/kW. Der Anspruch besteht für Anlagen, die nach dem 31.12.2016 durch eine wasserrechtliche Zulassung in Betrieb genommen worden sind, bzw. bei älteren Anlagen, deren Leistung durch Ertüchtigungsmaßnahmen um mindestens 10 % gesteigert werden konnte.

→trifft hier zu, Neubau erfordert wasserrechtliche Zulassung

Mögliche Förderung: progres.nrw Programm, Richtlinie gilt bis 30.06.2024

Grundlage: Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus dem „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.nrw) – Programmbereich Klimaschutztechnik (Förderrichtlinie progres.nrw. – Klimaschutztechnik), Runderlass des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie vom 30.03.2023

<https://www.bra.nrw.de/energie-bergbau/foerderprogramme-fuer-klimaschutz-und-energie-wende/foerderbereiche/stromerzeugung-waermeerzeugung/foerderung-von-wasserkraftanlagen>

Förderfähig sind Anlagen bis maximal 1.000 Kilowatt elektrische Leistung, nur netzgekoppelte Anlagen. Förderung fallbezogen, die Förderhöhe wird durch Einzelfallprüfung ermittelt, im Zusammenhang mit dem EEG.

6.1.5	Wasserkraftanlagen	Einzelfall-entscheidung	Einzelfall-entscheidung	Art. 41 AGVO: max. 50 % (GU) 60 % (MU) 70 % (KU) der beihilfefähigen Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Förderfähig sind Anlagen bis max. 1.000 kW elektrische Leistung. ▶ Nur netzgekoppelte Anlagen. ▶ Vorlage einer detaillierten Anlagenbeschreibung sowie einer Wirtschaftlichkeitsprüfung erforderlich. ▶ Bestimmungen zur Kumulierung gemäß § 80a des EEG sind zu beachten. ▶ Privatpersonen sind nicht antragsberechtigt. ▶ Zuwendungsbestimmungen unter Nr. 6.1.5 der Förderrichtlinie progres.nrw – Klimaschutztechnik.
-------	------------------------------------	-------------------------	-------------------------	---	---

(GU: Große Unternehmen, MU: Mittlere Unternehmen, KU: Kleine Unternehmen nach der Definition gemäß Anhang I der AGVO)

Angenommen wird die Einstufung als großes Unternehmen, damit ist theoretisch eine Zuwendung von 50 % für eine Erzeugungsanlage Regenerative Energien möglich.

Da eine Förderzusage zum jetzigen Zeitpunkt nicht zugesichert ist, erfolgt die Betrachtung mit und ohne mögliche Fördergelder.

Erwarteter Ertrag aus Vergütung ca. 12 ct x 80 Tsd. kWh/Jahr ~9.600,- €/Jahr*

*(lt EEG 2023 derzeit 12,03 ct, reduziert sich jährlich um 0,5%, über die Laufzeit von 20 Jahren ergibt sich die mittl. Vergütung zu 11,48 ct/kWh, der mittl. Jahresertrag zu rd. 10.300,- €)

el. Ertrag [kwh/a]	80.000										
Jahr/ Laufzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Vergütung [ct/kWh]	12,03	11,97	11,91	11,85	11,79	11,73	11,67	11,62	11,56	11,50	
Ertrag [€]	9.624 €	9.576 €	9.528 €	9.480 €	9.433 €	9.386 €	9.339 €	9.292 €	9.246 €	9.199 €	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Ø
	11,44	11,38	11,33	11,27	11,21	11,16	11,10	11,05	10,99	10,94	11,48
	9.153 €	9.108 €	9.062 €	9.017 €	8.972 €	8.927 €	8.882 €	8.838 €	8.794 €	8.750 €	9.180 €

Mit dem erwarteten Ertrag erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer lt. KVR-Leitlinien, jedoch max. 40 Jahre (üblicher Genehmigungszeitraum für neue WKA)

Die Durchschnittliche Nutzungsdauer wird wie folgt angenommen:

Kleinwasserkraftanlagen, Bauwerke: 50-60 Jahre, gewählt 40 Jahre

Stauanlagen, Bauwerke: Beton 60-90 Jahre, Stahl 40-70 Jahre, gewählt 40 Jahre

Maschinentechnik WKA, Antriebe Stauanlage: 30-40 Jahre; gewählt 40 Jahre

Elektrotechnik: 25-30 Jahre; gewählt 25 Jahre

Die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt auf, dass eine Wasserkraftanlage an diesem Standort aufgrund des geringen Ertrages im Vergleich zu den Investitionskosten unwirtschaftlich ist. Auch mit der Direktvermarktung der Stromerzeugung bleibt das Ergebnis negativ.

Wasserkraftanlage an der Berkel									
- Wirtschaftlichkeitsberechnung -									
Investition (netto)									
	Baukosten*	Nebenkosten	Gesamtinvestition		% - Anteil				
			netto	brutto					
Ertüchtigung der Stauanlage	312.500 €	62.500 €	346.250 €	412.038 €	24,64%				
Neubau Wasserkraftanlage	587.500 €	117.500 €	616.250 €	733.338 €	43,86%				
Neubau Fischaufstiegsanlage	368.750 €	73.750 €	442.500 €	526.575 €	31,49%				
Summe	1.268.750 €	253.750 €	1.405.000 €	1.671.950 €					
* inkl. Kostenzuschlag 25% für Unvorhersehbares									
Abschreibung									
	Investition netto	Zuschuss*	Förderbetrag (anteilig)	Abschreibungs-betrag	Nutzungs-dauer 1)	Abschreibung pro Jahr	ohne Förderung		
							Abschrei-bungsbetrag	Nutzungs-dauer 1)	Abschreibung pro Jahr
Maschinentechnik - Stauanlage	250.000 €		0 €	250.000 €	40 Jahre	6.250 €	250.000 €	40 Jahre	6.250 €
Elektro-/Steuerungstechnik - Stauanlage	62.500 €		0 €	62.500 €	25 Jahre	2.500 €	62.500 €	25 Jahre	2.500 €
Maschinentechnik - Wasserkraft	370.000 €	anteilig von	94.468 €	275.532 €	40 Jahre	6.888 €	370.000 €	40 Jahre	9.250 €
Elektro-/Steuerungstechnik - Wasserkraft	62.500 €	150.000 €	15.957 €	46.543 €	25 Jahre	1.862 €	62.500 €	25 Jahre	2.500 €
Herstellung Bauwerk Wasserkraftanlage	155.000 €	max.	39.574 €	115.426 €	40 Jahre	2.886 €	155.000 €	40 Jahre	3.875 €
Bauwerke Gewässerdurchgängigkeit	0 €		0 €	0 €	40 Jahre	0 €	0 €	40 Jahre	0 €
Summe	962.500 €		150.000 €	437.500 €		20.386 €	587.500 €		24.375 €
* für Wasserkraftanlage angenommen Förderquote max. 50 % der zuwendungs-fähigen Kosten; hier berücksichtigt 150 Tsd. €									
für Fischaufstiegsanlage hier ohne Förderung angenommen									
1) Nutzungsdauer gemäß KVR-Leitlinien, jedoch max. 40 Jahre (Genehmigungsdauer)									

Die Abschreibungsbeträge, ermittelt mit und ohne Fördergelder, fließen in die Gesamtbetrachtung ein. Zudem sind die kalkulatorischen Zinsen einzurechnen, die sich anteilig aus der Verzinsung der Investitionssumme ergeben:

		ohne Förderung	
kalkulatorische Zinsen pro Jahr		kalkulatorische Zinsen pro Jahr	
um Zuschüsse reduzierte Gesamtinvestition	437.500 €	Gesamtinvestition ohne Zuschüsse	587.500 €
kalkulatorischer Zinssatz, angenommen	3,25%	kalkulatorischer Zinssatz, angenommen	3,25%
kalkulatorische Zinsen pro Jahr*	7.109 €	kalkulatorische Zinsen pro Jahr*	9.547 €
* angesetzt 50 % der Investitionskosten			
Laufende Kosten, Sonstiges			
Versicherung	1.500 €		
Wartung, Unterhaltung etc. - Bauwerke*	6.200 €		
Wartung, Unterhaltung etc. - Technik*	2.500 €		
Zählerkosten, Gebühren, Sonstiges	1.200 €		
Summe	11.400 €		
* angenommen: für Bauwerke/Maschinenteknik 1% vom Invest, für Steuerungstechnik 2% vom Invest (ohne Planung und Zuschüsse)			
Ertrag aus Energievergütung		Eigennutzung	
Jahresleistung nach Ertragsberechnung*	80.000 kWh	Jahresleistung nach Ertragsberechnung*	80.000 kWh
Vergütung nach EEG, Direkteinspeisung	11 Cent/kWh	Vergütung aus Direktvermarktung	30 Cent/kWh
Jahresertrag	9.184 €	Jahresertrag	24.000 €
* geschätzt		* geschätzt	

Mit diesen Kostenansätzen erfolgt die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Variante bei Kompletteinspeisung und Einspeisevergütung nach EEG und gegenübergestellt bei einer Direktvermarktung des Stroms, angenommen mit 30 ct/kWh.

Zusammenfassung		Zusammenfassung	
Erträge	9.184 €	Erträge	24.000 €
Abschreibung	20.386 €	Abschreibung	20.386 €
kalkulatorische Zinsen	7.109 €	kalkulatorische Zinsen	7.109 €
Laufende Kosten, Sonstiges	11.400 €	Laufende Kosten, Sonstiges	11.400 €
Ausgaben	38.895 €	Ausgaben	38.895 €
Ergebnis vor Steuern	-29.711 €	Ergebnis vor Steuern	-14.895 €

Diese Gegenüberstellung erfolgt auch für den Fall ohne Förderung mit dem höheren Abschreibungsbetrag.

ohne Förderung		ohne Förderung	
Zusammenfassung		Zusammenfassung	
Erträge	9.184 €	Erträge	24.000 €
Abschreibung	24.375 €	Abschreibung	24.375 €
kalkulatorische Zinsen	9.547 €	kalkulatorische Zinsen	9.547 €
Laufende Kosten, Sonstiges	11.400 €	Laufende Kosten, Sonstiges	11.400 €
Ausgaben	45.322 €	Ausgaben	45.322 €
Ergebnis vor Steuern	-36.138 €	Ergebnis vor Steuern	-21.322 €

Alle Ergebnisse fallen negativ aus, die Investitionskosten und laufende Ausgaben übersteigen den Ertrag deutlich.

4.5 Schlussbetrachtung

Hauptmerkmal der hier vorliegenden Studie sollte die Bewertung des Wasserkraftstandortes sein. Im Ergebnis ist festzuhalten, dass an dem Wasserkraftstandort Stauanlage „Neumühle“ eine Wasserkraftanlage wirtschaftlich nicht zu betreiben ist. Der Energieertrag ist zu gering, um innerhalb der angenommenen Betriebsdauer von 40 Jahren, die gleichzeitig die maximal zu erwartende Genehmigungsdauer ist, die Investitionskosten mit den laufenden Betriebskosten zu amortisieren.

Die Genehmigungsfähigkeit scheint grundsätzlich gegeben zu sein. Jedoch müsste im weiteren Schritt im Dialog mit den zuständigen Genehmigungsbehörden erörtert werden, inwieweit diese Variante im Vergleich mit den Varianten der MBS aus gewässerökologischer Sicht vertretbar und genehmigungsfähig wäre, bzw. zu welchen Bedingungen.

In der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden anteilig Fördermittel berücksichtigt, die einzelfallbezogen im Rahmen einer Projektförderung gewährt werden können. Sollte die Wasserkraftnutzung an diesem Standort weiterverfolgt werden, müsste in einer Voranfrage geklärt werden, in welcher Höhe eine Förderung in Aussicht gestellt werden könnte.