

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Publizierbarer Endbericht

Gilt für Potenzial- und Machbarkeitsstudien im Rahmen des Programmes Energie aus Abwasser

A) Projektdaten

Allgemeines zum Projekt	
Projekttitel:	Potenzialstudie „Energie aus Abwasser“ – MG Guntramsdorf
Dauer:	01.06.2022 bis 30.04.2024
Kontaktperson Name:	Jakob Sautner BSc.
Kontaktperson Adresse:	Gastgebasse 27 1230 Wien
Kontaktperson Telefon:	+43 1 86 595 83
Kontaktperson E-Mail:	sautner@kernstock-zt.at
Projekt- / KooperationspartnerIn / Planer:	Abwasser Service Betrieb Guntramsdorf
Schlagwörter:	Erneuerbare Energie
Auftragssumme:	5.992,21 Euro (inkl. USt.)
Erstellt am:	30.04.2024

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Das Kanalnetz und die ARA des Abwasser Service Betriebs Guntramsdorf wurden auf eine mögliche Nutzung des thermischen Potenzials des Abwassers zu Heiz- und Kühlzwecken untersucht und etwaige Entnahmestellen, vor und nach der ARA, identifiziert.

Eine Vorevaluierung auf Basis von wirtschaftlichen Faktoren, Auswirkungen auf Gewässer und Reinigungsleistung sowie hydraulischen Kennwerten diente der Identifizierung von relevanten Abschnitten des Kanalnetzes.

Die anschließenden Kanalmessungen wurden mit den Zulaufdaten der ARA verglichen und die potenzielle Wärmeentzugsleistung berechnet. Eine analoge Berechnung fand für die Temperaturentnahme im Kläranlagenablauf statt.

Unter den definierten Rahmenbedingungen ergab sich für die relevanten Bereiche im Kanalnetz eine potenzielle Wärmeentzugsleistung von 400-500 kW. Bei saisonaler Nutzung für Heizzwecke entspricht das einem Energiepotenzial von über 2 GWh pro Jahr.

Unter den Voraussetzungen der Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer wurde ebenfalls die potenzielle Wärmeentzugsleistung im Kläranlagenablauf mit 1300 – 1400 kW abgeschätzt. Bei saisonaler Nutzung entspricht das einem Energiepotenzial über 6,5 GWh pro Jahr.

An den untersuchten Stellen im Kanalnetz wurden potenzielle Abnehmer identifiziert. Um den Messpunkt M1 befindet sich Industriegebiet, in dem verschiedene Unternehmen ansässig sind und potenzielle Abnehmer darstellen. Unmittelbar an den Messpunkt M2 grenzt eine große Freifläche, die als Industriegebiet gewidmet ist und auf der zukünftige Betriebsgebäude die Energie aus dem Abwasser nutzen könnten. An diesem Kanalstrang wurden als weitere potenziellen Abnehmer rund 800 m oberhalb die Mittelschule Guntramsdorf sowie das BORG Guntramsdorf festgestellt. Mögliche Nutzung an der ARA Guntramsdorf wären das Heizen des Betriebsgebäudes oder die Beheizung eines zukünftigen Faulschlammreaktors. Die ARA Guntramsdorf besitzt zurzeit keine Schlamm Trocknung. Diese ist für die Zukunft nicht ausgeschlossen und stellt auch einen potenziellen Abnehmer für die gewonnene Energie dar. Anhand eines konkreten Planungsprojekts wäre die tatsächlich mögliche Energiegewinnung im Rahmen einer Machbarkeitsstudie zu überprüfen.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

2 Hintergrund und Zielsetzung

Die Marktgemeinde Guntramsdorf betreibt eine eigene Abwasserreinigungsanlage (ARA) mit einer Bemessungsgröße von 27.000 EW. Das Einzugsgebiet umfasst das gesamte Gemeindegebiet mit vielen Wohnbauten und eine umfangreiche Gewerbe- und Industriezonen.

Das Kanalnetz und die ARA Guntramsdorf (Kläranlagenablauf) werden auf eine mögliche Nutzung des thermischen Potenzials des Abwassers zu Heiz- und Kühlzwecken geprüft. Etwaige Entnahmestellen vor oder nach der ARA sollen identifiziert werden. Dabei spielen wirtschaftliche Faktoren, die Auswirkungen auf Gewässer und Reinigungsleistung, sowie hydraulische Kennwerte eine maßgebende Rolle.

3 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Vorevaluierung

Zur Vorbeurteilung von geeigneten Kanalsträngen wurden im Kanalkataster alle Abwasserhaltungen mit einem Durchmesser von mind. DN 400 identifiziert, die zumindest 1 km Restfließstrecke zur ARA aufweisen. Aufgrund der 2,5 km langen Kanalleitung nach dem Hauptpumpwerk Guntramsdorf zur Kläranlage ist die Auflage für die 1 km lange Restfließstrecke im gesamten Gemeindegebiet gegeben.

Der Trockenwetterabfluss wurde über die angeschlossenen EW abgeschätzt und entlang des relevanten Strangs (Sammelleitung) aufsummiert.

Die Zuflussdaten der Kläranlageneigenüberwachung wurden als Grundlage für die Abschätzung des thermischen Potenzials herangezogen. Dabei wurden Monatsmittel der Temperatur und Durchflüsse der Jahre 2020 bis 2023 herangezogen, um die Zulufttemperatur und die Zuflussmenge zu erheben.

Dabei wird deutlich, dass die Zulufttemperatur im Monatsmittel in den Wintermonaten nie unter 12°C fällt. Die Bemessungstemperatur der Kläranlage für den Zulauf liegt bei 10°C, wodurch eine Absenkung in den Wintermonaten möglich ist und ein thermisches Potential besteht.

Analog wurden die Daten des Kläranlagenablaufs zur Ermittlung des thermischen Potenzials bei Entnahme nach der ARA analysiert.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Kanalmessung

Auf Basis der gegebenen Rahmenbedingungen und dem aus den EW abgeschätzten Trockenwetterabfluss wurden zwei Standorte für 48-Stunden- Messungen von Durchfluss, Fließgeschwindigkeit, Füllhöhe und Temperatur bestimmt. Mit diesen Daten kann einerseits das tatsächlich vorhandene Energiepotenzial bestimmt werden und die Abschätzung aus EW und Daten der ARA verifiziert bzw. kalibriert werden. Andererseits kann auch die Auswirkung an der Kläranlage durch eine mögliche Energieentnahme abgeleitet werden.

Für Messpunkt 1 (M1) wurde der Schmutzwasserschacht RFS2101 neben dem Hauptpumpwerk Guntramsdorf ausgewählt. An diesem Punkt wird das Wasser des nördlichen Siedlungsgebiets und der angrenzenden Industriezone im Trennsystem gesammelt. Die Temperaturmessung lieferte lediglich vom 08.04.2024, 09:57 Uhr bis 09.04.2024, 15:27 Uhr verwertbare Daten für die Trockenwettermessung. Der mittlere Durchfluss an diesen Punkt betrug 12,15 l/s und wurde über die Daten der Pumpe im Hauptpumpwerk ermittelt. Die mittlere Temperatur über diesen Zeitraum betrug 14,1°C.

Für Messpunkt 2 (M2) wurde der Mischwasserschacht RFM0121 ausgewählt. Dieser befindet sich am Ende des Hauptsammlers des gesamten südlichen Gemeindegebiets vor dem Hauptpumpwerk. Die Kanalmessung fand von 08.04.2024, 13:45 Uhr bis 10.04.2024, 13:45 Uhr bei Trockenwetter statt. Der mittlere Durchfluss betrug 25,3 l/s und die mittlere Temperatur betrug 13,6°C.

Daraus lässt sich ableiten, dass die Abwässer aus dem nördlichen Bereich geringfügig wärmer sind als im südlichen Gemeindegebiet. Dieses Ergebnis ist auf die unterschiedlich langen Fließstrecken in den jeweiligen Teileinzugsgebieten zurückzuführen. Auch bei Regenwetter ist ein größerer Temperaturunterschied zwischen dem Trennsystem und dem Mischsystem zu erwarten.

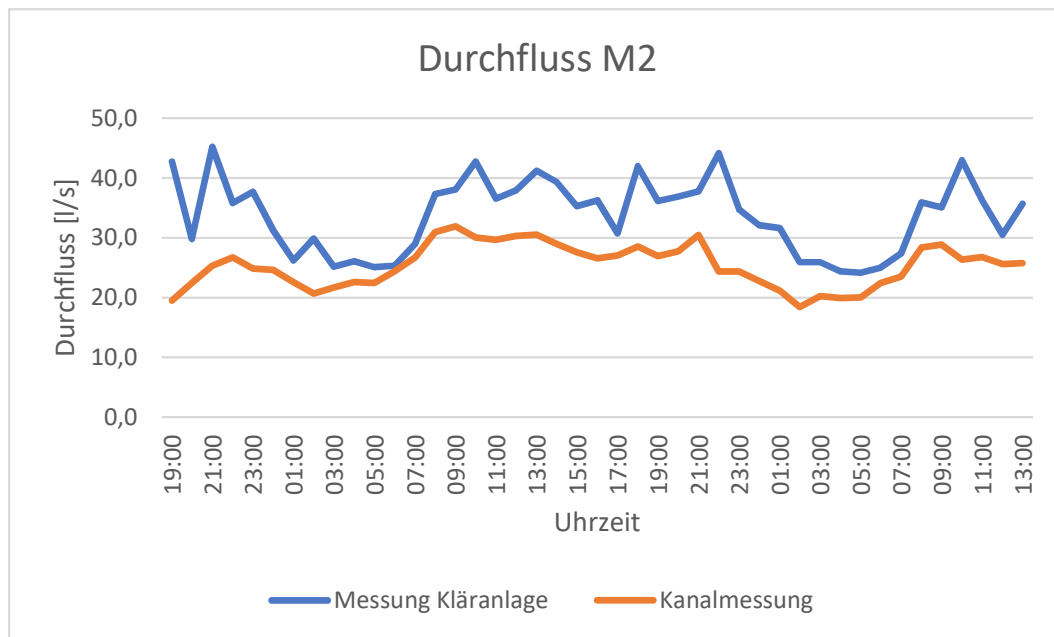
Abgleich der Messergebnisse mit Zulauf- und Temperaturmessungen an der ARA

Die Daten der Messkampagne wurden mit den Daten der Eigenüberwachung der Kläranlage verglichen und auf ihre Plausibilität geprüft. An den Messtagen betrug die durchschnittliche Zuflussmenge zur Kläranlage 45 l/s. Im nördlichen Teil mit dem Trennsystem wurden im Durchschnitt ca. 12 l/s gemessen. Somit fallen ca. 25 % des gesamten Kläranlagenzuflusses auf die Messstelle 1 und ca. 75 % auf die Messstelle 2. Beide Messpunkte liegen über dem Grenzwert von 10 l/s und werden in weiterer Folge auf ihr thermisches Potential untersucht.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Der Tagesgang des Durchflusses der Messung der Kläranlage und der Kanalmessung an Messstelle 2 (nachfolgende Abbildung) sind ident. Der leichte Versatz der beiden Linien lässt sich auf Messungenauigkeiten zurückzuführen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Daten der Kläranlage gut für die weiteren Berechnungen herangezogen werden können und plausible Ergebnisse berechnet werden.



Vergleich Durchfluss bei Messpunkt M2 mit Kläranlagendaten [l/s]

Mögliche Temperaturentnahme

Der Einfluss einer Temperaturänderung am Wärmetauscher (ΔT_{WT}) auf die Zulauftemperatur der ARA (ΔT_{ARA}) wurde mit einer einfachen Mischungsrechnung ermittelt. Es wird angenommen, dass ein linearer Zusammenhang zwischen dem Verhältnis des Durchflusses an der Entnahmestelle (Q_{WT}) und der ARA (Q_{ARA}) und dem der Temperaturänderungen besteht.

Aus den vorhandenen Daten wurde eine mögliche Temperaturentnahme für die Messbereiche M1 und M2 berechnet. Da sich die gemessenen Daten sehr gut mit den Daten der Kläranlage decken, wurden die Berechnungen auf Grundlage der Monatsmittelwerte der Jahre 2020 bis 2023 ausgeführt. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Temperatur im Kläranlagenzulauf nie unter 10°C fällt, da dies den Grenzwert der Kläranlagenbemessung darstellt.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Messpunkt M1:

Mischungsrechnung Messpunkt M1:						
Monat	Durchfluss Schmutzwasser [l/s]	Durchfluss Kläranlagenzulauf [l/s]	Temperatur Kläranlagenzulauf [°C]	ΔT_{ARA} [°C]	$\Delta T_{WT,möglich}$ [°C]	$\Delta T_{WT,gewählt}$ [°C]
Jänner	11,2	41,5	13,3	3,3	12,3	9,3
Februar	11,6	46,1	12,6	2,6	10,1	8,6
März	10,9	38,5	13,0	3,0	10,5	9,0
April	11,2	44,5	13,2	3,2	12,8	9,2
Mai	11,8	48,0	14,4	Keine Heizperiode		
Juni	12,9	48,8	16,2			
Juli	10,7	35,9	18,1			
August	10,9	41,0	18,9			
September	10,4	36,2	18,9			
Oktober	10,8	38,3	17,7	7,7	27,4	13,7
November	11,3	42,4	16,0	6,0	22,4	12,0
Dezember	11,8	46,8	14,0	4,0	15,6	10,0

Mischungsrechnung für den Messpunkt M1

Messpunkt M2:

Mischungsrechnung Messpunkt M2:						
Monat	Durchfluss Mischwasser [l/s]	Durchfluss Kläranlagenzulauf [l/s]	Temperatur Kläranlagenzulauf [°C]	ΔT_{ARA} [°C]	$\Delta T_{WT,möglich}$ [°C]	$\Delta T_{WT,gewählt}$ [°C]
Jänner	30,3	41,5	13,3	3,3	4,5	4,5
Februar	34,5	46,1	12,6	2,6	3,4	3,4
März	27,5	38,5	13,0	3,0	4,2	4,2
April	33,2	44,5	13,2	3,2	4,3	4,3
Mai	36,1	48,0	14,4	Keine Heizperiode		
Juni	35,8	48,8	16,2			
Juli	25,1	35,9	18,1			
August	30,1	41,0	18,9			
September	25,7	36,2	18,9			
Oktober	27,5	38,3	17,7	7,7	10,7	10,7
November	31,1	42,4	16,0	6,0	8,1	8,1
Dezember	35,0	46,8	14,0	4,0	5,3	5,3

Mischungsrechnung für den Messpunkt M2

Mittels der Mischungsrechnung wurde die maximal mögliche Temperaturabsenkung ($\Delta T_{WT,möglich}$) an den beiden Messpunkten so ermittelt, dass die Zulauftemperatur zur Kläranlage 10°C beträgt. Bei Messpunkt M1 wäre der rechnerische Wert höher als die eigentliche Abwassertemperatur. In diesem Fall wurde darauf geachtet, dass die Wassertemperatur im Gerinne nie unter 4°C fällt um betriebliche Störungen zu vermeiden. Für die weiteren Berechnungen wurde die korrigierte Temperatur ($\Delta T_{WT,gewählt}$) verwendet.

Potenzielle Wärmeentzugsleistung

Die potenzielle Wärmeentzugsleistung des Abwassers lässt sich aus der zulässigen Temperaturentnahme, der spezifischen Wärmekapazität des Abwassers multipliziert mit der Dichte und dem Durchfluss am Entnahmeort berechnen.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Messpunkt M1:

Potenzielle Wärmeentzugsleistung Messpunkt M1					
Monat	ΔT_{WT} [°C]	ρ_{AW} [kg/l]	c_{AW} [kJ/kg.K]	V_{AW} [l/s]	P_{AW} [kW]
Jänner	9,3	1	4,19	11,2	436
Februar	8,6	1	4,19	11,6	417
März	9,0	1	4,19	10,9	412
April	9,2	1	4,19	11,2	434
Mai	Keine Heizperiode				
Juni					
Juli					
August					
September					
Oktober	13,7	1	4,19	10,8	619
November	12,0	1	4,19	11,3	566
Dezember	10,0	1	4,19	11,8	493

Potenzielle Wärmeentzugsleistung für den Messpunkt M1

Messpunkt M2:

Potenzielle Wärmeentzugsleistung Messpunkt M2					
Monat	ΔT_{WT} [°C]	ρ_{AW} [kg/l]	c_{AW} [kJ/kg.K]	V_{AW} [l/s]	P_{AW} [kW]
Jänner	4,5	1	4,19	30,3	574
Februar	3,4	1	4,19	34,5	493
März	4,2	1	4,19	27,5	480
April	4,3	1	4,19	33,2	601
Mai	Keine Heizperiode				
Juni					
Juli					
August					
September					
Oktober	10,7	1	4,19	27,5	1236
November	8,1	1	4,19	31,1	1061
Dezember	5,3	1	4,19	35,0	774

Potenzielle Wärmeentzugsleistung für den Messpunkt M2

Beide Messpunkte haben ein gutes Potenzial für die Gewinnung von Energie aus dem Abwasser. Auch in den kalten Monaten von Dezember bis Februar ist es möglich Energie zu gewinnen und zum Beispiel für Heizzwecke von Gebäuden zu nutzen.

Kläranlagenablauf

Die potenzielle Wärmeentzugsleistung im Kläranlagenablauf errechnet sich analog. Als zulässige Temperaturentnahme wurden gemäß der Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer eine Temperaturänderung bezogen auf die jahreszeitlich typischen Wassertemperaturen des Gewässers von maximal 1,5°C angesetzt. In der

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

nachfolgenden Tabelle wird die maximale potenzielle Wärmeentzugsleistung monatsweise dargestellt.

Potenzielle Wärmeentzugsleistung Ablauf Kläranlage							
Monat	Temperatur Ablauf [°C]	Temperatur Schwechat [°C]	ΔT [°C]	ρ_{AW} [kg/l]	c_{AW} [kJ/kg.K]	V_{AW} [l/s]	P_{AW} [kW]
Jänner	11,6	5,1	8,0	1	4,19	42,1	1410
Februar	11,3	5,7	7,1	1	4,19	46,9	1390
März	12,1	7,8	5,8	1	4,19	39,3	956
April	13,5	10,6	4,4	1	4,19	45,2	830
Mai	16,0	14,7	2,8	1	4,19	48,9	566
Juni	18,4	18,4	1,5	1	4,19	49,9	305
Juli	20,5	20,3	1,7	1	4,19	36,7	266
August	20,8	19,9	2,4	1	4,19	41,8	424
September	19,8	17,2	4,1	1	4,19	36,9	632
Oktober	17,5	13,3	5,6	1	4,19	39,6	935
November	14,8	9,2	7,2	1	4,19	43,2	1296
Dezember	12,6	6,0	8,1	1	4,19	47,5	1609

Potenzielle Wärmeentzugsleistung im Kläranlagenablauf

Im Kläranlagenablauf besteht ein großes Potenzial Energie aus dem Abwasser zu gewinnen, da hier große Temperaturdifferenzen möglich sind und gleichzeitig ein hoher Durchfluss besteht.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Temperaturentnahme entlang der Fließstrecke

Die mittleren Abwassertemperaturen im Zulauf der Kläranlage unterschreiten im Jahresgang 10°C nicht, was grundsätzlich eine Temperaturentnahme möglich macht. Die Grundvoraussetzungen für den Einbau eines Wärmetauschers werden im Kanalnetz allerdings nur in wenigen Bereichen erreicht. In diesen Bereichen wurden potenzielle Abnehmer identifiziert.

Um den Messpunkt M1 befindet sich Industriegebiet, in dem verschiedene Unternehmen ansässig sind und potenzielle Abnehmer darstellen. In diesem Bereich ist auch eine Sanierung des Kanalstrangs geplant, welche einen gleichzeitigen Einbau eines Wärmetauschers begünstigt. Aus der Vorabschätzung wäre in diesem Bereich eine potenzielle Wärmeentzugsleistung von 400-500 kW möglich. Bei einer saisonalen Nutzung entspricht das einem Energiepotenzial von über 2 GWh pro Jahr.

Unmittelbar an den Messpunkt M2 grenzt eine große Freifläche, die als Industriegebiet gewidmet ist und auf der zukünftig Betriebsgebäude die Energie aus dem Abwasser nutzen könnten. An diesem Kanalstrang wurden als weitere potenzielle

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Abnehmer rund 800 m oberhalb die Mittelschule Guntramsdorf sowie das BORG Guntramsdorf festgestellt. Für diesen Bereich ist eine potenzielle Wärmeentzugsleistung von 500-600 kW abgeschätzt, welche bei saisonaler Nutzung ein Energiepotenzial von über 2,5 GWh pro Jahr ergibt.

Temperaturentnahme im Kläranlagenablauf

Bei den vorliegenden Gegebenheiten wird eine Nutzung des energetischen Potenzials im Kläranlagenablauf als wirtschaftlich eingestuft. Aus der Vorabschätzung nach den örtlichen Gegebenheiten wird die potenzielle Wärmeentzugsleistung im Kläranlagenablauf auf ca. 1300 – 1400 kW geschätzt. Bei saisonaler Nutzung entspricht das Energiepotenzial über 6,5 GWh pro Jahr.

Mögliche Nutzung an der ARA Guntramsdorf wären das Heizen des Betriebsgebäudes oder die Beheizung eines zukünftigen Faulschlammreaktors. Die ARA Guntramsdorf besitzt zurzeit keine Schlammtrocknung. Diese ist für die Zukunft nicht ausgeschlossen und stellt auch einen potenziellen Abnehmer für die gewonnene Energie dar.

Die einzelnen Untersuchungen beziehen sich immer nur auf die Temperaturentnahme ausschließlich an den gewählten Standorten. Wird im Kanalnetz Energie entnommen, darf die Zulauftemperatur zur Kläranlage nicht die Bemessungsgrenze von 10°C unterschreiten. Dadurch ist bezogen auf die typische jahreszeitliche Wassertemperatur der Schwechat auch bei einer Energiegewinnung im Kanalnetz Potenzial im Kläranlagenablauf vorhanden. Dieses Potenzial müsste im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht werden, um dies quantifizieren zu können.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

C) Projektdetails

5 Arbeits- und Zeitplan

Q1 und Q2 2023

- Grundlagenanalyse und Projektvoraussetzungen

Q3 und Q4 2023

- Vorevaluierung anhand von Kanalnetz- und Kläranlagendaten
- Identifizierung konkreter Abschnitte für Kanalmessung

Q1 und Q2 2024

- Kanalmessung an zwei Messstellen
- Auswertung und Analyse der Messergebnisse
- Zusammenfassung der Ergebnisse und Identifikation potenzieller Nutzungsmöglichkeiten in Berichtform

6 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Derzeit gibt es keine relevanten Publikationen und Disseminierungsaktivitäten aus dem vorliegenden Projekt.

Zukünftig ist vom Auftraggeber (Abwasser Service Betrieb Guntramsdorf) geplant, die Möglichkeit von konkreten Umsetzungsmaßnahmen zur Energiegewinnung aus Abwasser im Kläranlagenablauf, sowie deren Nutzungsmöglichkeiten zu prüfen.

Energie aus Abwasser

Ein Programm des Klima- und Energiefonds – managed by Kommunalkredit Public Consulting

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.