

WIR MACHEN ENERGIEGEWINNER



ABWASSERBEHANDLUNG IN SACHSEN-ANHALT – ENERGIEEFFIZIENZ STEIGERN

Dezentrale Energieerzeugung
zur Eigenversorgung

INHALT

MÖGLICHKEITEN DER DEZENTRALEN ENERGIE- ERZEUGUNG UND -NUTZUNG AN KLÄRANLAGEN	3
PRODUKTION VON KLÄRGAS DURCH SCHLAMMFAULUNG	3
KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG-ANLAGEN ZUR KLÄRGASNUTZUNG	6
ENERGIEERZEUGUNG DURCH PHOTOVOLTAIKANLAGEN	7
ENERGIEERZEUGUNG DURCH WINDKRAFTANLAGEN	9
Wärmerückgewinnung	10
An welchen Punkten kann Wärme gewonnen werden?	10
Nutzungsmöglichkeiten von Abwasserwärme	11
Der WZV „Saale-Fuhne-Ziehte“	13
Hat die Wärmerückgewinnung Einfluss auf Reinigungsprozesse?	14
Energiegewinnung durch Wasserkraft	14
Quellen	16



MÖGLICHKEITEN DER DEZENTRALEN ENERGIE-ERZEUGUNG UND -NUTZUNG AN KLÄRANLAGEN

Aufgrund von Lage, Infrastruktur und den stofflichen Ressourcen sind Kläranlagen für die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien in Form von Strom, Wärme und Gas zur Eigenversorgung und Weitergabe besonders geeignet.

Dies steht in engem Zusammenhang mit dem energiereichen Klärschlamm, dessen Energiepotenzial es zu nutzen gilt. In dieser Broschüre werden dazu mögliche Optionen dargestellt.

PRODUKTION VON KLÄRGAS DURCH SCHLAMMFAULUNG

Bei der anaeroben Schlammstabilisierung verweilt der Klärschlamm für etwa 20 Tage bei einer Temperatur von ca. 37°C unter Sauerstoffausschluss in einem Faulbehälter. Durch den Sauerstoffausschluss werden die im Klärschlamm befindlichen Mikroorganismen einem anhaltenden Mangelzustand ausgesetzt. Der fakultativ anaerobe Charakter der Mikroorganismen, lässt sie sowohl Luftsauerstoff als auch in organischen Verbindungen gebundenen Sauerstoff verarbeiten.

Durch die Abwesenheit von Luftsauerstoff werden die Mikroorganismen gezwungen, die im Klärschlamm befindlichen organischen Verbindungen abzubauen und den darin befindlichen lebensnotwendigen Sauerstoff herauszulösen. Dies geschieht bis zur Stabilisierung, den Punkt an dem keine wei-

teren Abbauprozesse im Klärschlamm mehr stattfinden. Die Umsetzungsprodukte sind in Abbildung 1 dargestellt.

Im Gegensatz zur aeroben Schlammstabilisierung besteht der Vorteil dieses Prozesses in der nicht benötigten Belüftung und dem dadurch deutlich geringeren Energiebedarf. Der wichtigste Vorteil in Bezug auf Energieoptimierung ist jedoch die Eigenschaft des erzeugten Methangases als Brenngas.

Nach einer entsprechenden Gasaufbereitung, in der u. a. der Schwefelwasserstoffanteil aus dem Klärgas entfernt wird, kann das entstandene Brenngas für den Betrieb von Gasmotoren oder, in Kläranlagen deutlich wichtiger, für den Betrieb eines Blockheizkraftwerkes oder Gasturbinen verwendet werden,

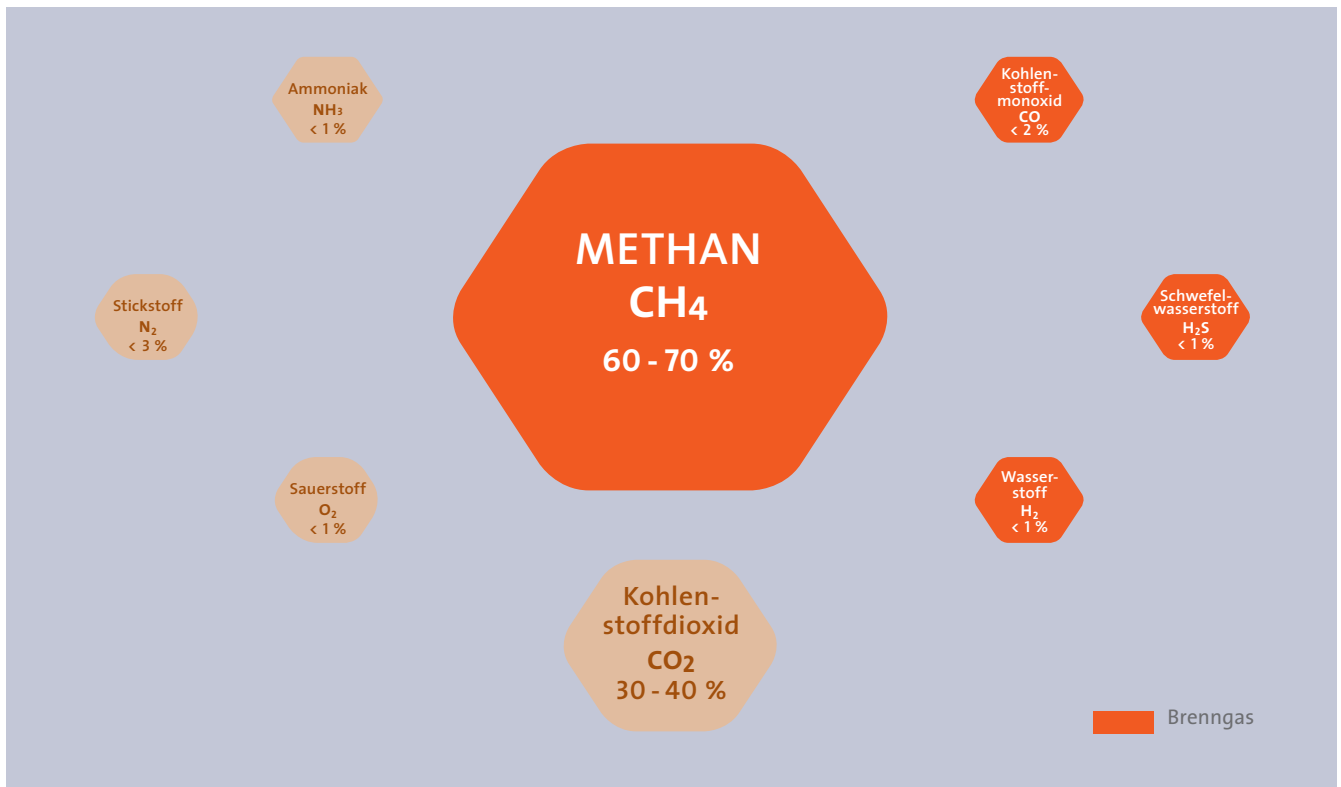


Abbildung 1: Zusammensetzung des erzeugten Klärgases durch Schlammfäulung

um daraus elektrische Energie und Wärme zu erzeugen. Die auf diesem Weg gewonnene elektrische Energie kann anschließend für alle betriebseigenen Prozesse verwendet oder in das Netz des Energieversorgers eingespeist werden.

Die gewonnene Wärmeenergie kann für z. B. für die Beheizung der Schlammfäulungsanlage oder des Betriebsgebäudes verwendet werden. Eine weitere mögliche Nutzung besteht in der Abführung über ein Fernwärmenetz. Bei Kläranlagen ab 100.000 Einwohnerwerten (EW), welche der Größenklasse (GK) 5 entsprechen, besitzt die anaerobe Schlammstabilisierung durch Fäulung und Verstromung in BHKWs ein ausnutzbares Energiepotenzial von rund 17 kWh/(EW*a) (elektrisch) und 25 kWh/(EW*a) (thermisch). Es können somit bis zu 68 Prozent der auf der Kläranlage verbrauchten Energie zurückgewonnen werden. [Huber SE].

In der Vergangenheit war dieses Verfahren auf Abwasserreinigungsanlagen ab einer Größe von >40.000 EW üblich. Aufgrund der stetig gestiegenen Energiekosten, der Weiterentwicklung des Verfahrens und der immer größer werdenden Nutzung von Blockheizkraftwerken wird das Verfahren

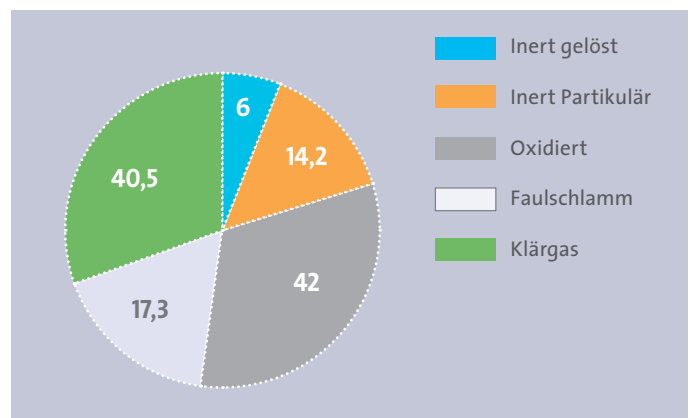


Abbildung 2: Chemisch gebundener Energiegehalt von Abwasser in Prozent

mittlerweile auch schon für deutlich kleinere Kläranlage rentabel. Voraussetzung für den Einsatz einer Schlammfäulung ist das Vorhandensein einer Vorklärung oder alternativ einer Feinstsiebung, um den benötigten energiereichen Rohschlamm zu erzeugen.

Praxisbeispiel aus Sachsen-Anhalt: Eine Kläranlage, die derzeit auf den Einsatz der anaeroben Schlamm-

stabilisierung umstellt, ist die **Kläranlage Staßfurt** im WAZV „Bode-Wipper“. Durch die Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung, besteht die Möglichkeit den Energiebedarf der Kläranlage durch die Verwertung des gewonnenen Klärgases komplett zu werden. Eventueller Energieüberschuss kann in das öffentliche Leitungsnetz eingespeist werden, wodurch die Kläranlage zum Lieferanten erneuerbarer Energie wird. Des Weiteren wird im Rahmen

des Umbaus die Kapazität der Anlage um etwa 10 Prozent erhöht.

Im Vergleich führt die **Kläranlage Aschersleben** im Jahr 2014 geringinvestive Maßnahmen im Rahmen einer Prozessoptimierung durch, wodurch der Energieverbrauch der Anlage um ca. 17 Prozent gesenkt werden konnte. Abbildung 2 stellt die Auswirkungen der unterschiedlichen Energieeinsparmaßnahmen gegenüber.

Auswirkungen unterschiedlicher Energieeinsparmaßnahmen

Beispielanlage	KA Aschersleben		KA Staßfurt	
	vor Maßnahme	nach Maßnahme	vor Maßnahme	nach Maßnahme
Größe in Einwohnerwerte	48.000	48.000	47.000	52.000
Abwasserbehandlungsprinzip	aerobe Stabilisierung	aerobe Stabilisierung	aerobe Stabilisierung	anaerobe Stabilisierung
Schlammfäulung zur Klärgaserzeugung	nein	nein	nein	ja
Energiebezug elektrisch in MWh/a	1.063	880	1.050	0
Energiebezug thermisch in MWh/a	k. A.	k. A.	32	0
Energieüberschuss gesamt in MWh/a	0	0	0	1.068

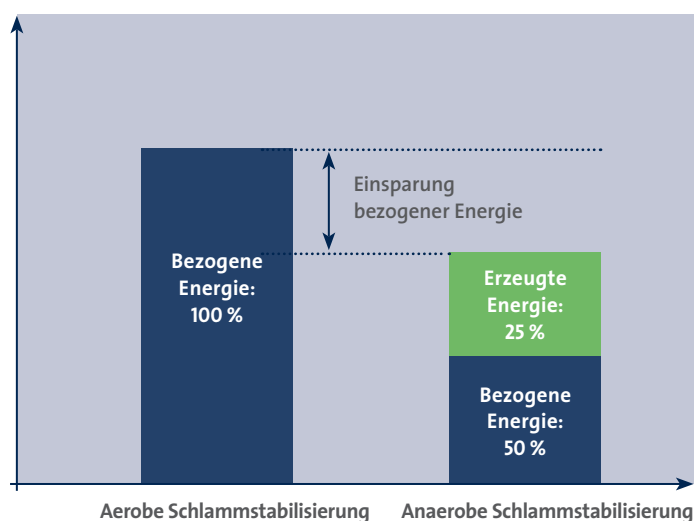


Abbildung 3: Energetische Auswirkung der Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung bei der Kläranlage des KMS Zossen

Praxisbeispiel aus Brandenburg: Eine weitere Kläranlage, die derzeit auf anaerobe Schlammfäulung umrüstet, ist die Tandemkläranlage des **Komplexverbandes mittlerer Süden (KMS)** in Zossen. Die Umstellung erfolgt im Zuge einer Erweiterung der Kapazität der Anlage auf etwa 50.000 EW. Im konkreten Fall kann ein Teil der vorhandenen Infrastruktur für die neue Schlammbehandlung umgerüstet werden. Eines der vorhandenen Stabilisierungsbecken mit Homogenisierungsrührwerken und Trübwasserabzugseinrichtungen ausgestattet werden, um fortan als statischer Eindicker zu wirken.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, vorhandene aber nach dem Umbau nicht mehr benötigte Becken als Pufferspeicher für Starkregenereignisse zu verwenden, um die in diesem Fall auftretende starke Belastung der Kläranlage zu reduzieren. Eine auf

diesem Weg stattfindende Integration der bereits vorhandenen Anlagenteile in die neue Verfahrensweise der Schlammstabilisierung schont Ressourcen und senkt die Investitionskosten.

Allein durch die Umstellung auf anaerobe Schlammstabilisierung kann der Stromverbrauch der Anlage um etwa 25 % gesenkt werden. Neben der erzeugten Wärmeenergie, die zur Beheizung der Schlammfau-

lung oder der Betriebsgebäude genutzt werden kann, kann das Blockheizkraftwerk etwa 1/3 des gesamten Strombedarfs abdecken. Insgesamt kann die Menge des vom Energieanbieter bezogenen Stroms in etwa halbiert werden. Der spezifische jährliche Energieverbrauch pro Einwohnerwert sinkt von etwa 50 kWh/EW auf 25 kWh/EW. In Abbildung 3 wird dieser Sachverhalt verdeutlicht.

KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG-ANLAGEN ZUR KLÄRGASNUTZUNG

Die Klärgasnutzung erfolgt heute überwiegend mittels Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Kläranlagen sind durch die besonderen Voraussetzungen mit dem bei der Schlammfäulung ohnehin anfallenden Klärgas in Verbindung mit einem hohen Strom- und Wärmebedarf für den Einsatz dieser Technologie hervorragend geeignet.

Von den unterschiedlichen Technologien der KWK-Technik (Abbildung 4) ist auf Kläranlagen das BHKW mit Verbrennungsmotoren am meisten verbreitet. Mit heutigen BHKW-Modulen wird im kleinen Leistungsbereich von 50 kW ein elektrischer Wirkungsgrad von 30-33 Prozent erreicht. In der Leistungsklasse ab 500 kW liegt der elektrische Wirkungsgrad über 40 Prozent. In einem geringeren Leistungsbereich bis ca. 200 kW bewegen sich Mikrogasturbinen (MGT), die nach

aktuellem Stand der Technik einen Wirkungsgrad von 20-30 Prozent aufweisen. Vorteilhaft bei der Verwendung von MGT ist die hohe Flexibilität bei der Aufstellung. Eine MGT ist stets gekapselt, schmierstofffrei gelagert und basiert auf dem Prinzip der Luftkühlung, weshalb die Aggregate im freien aufgestellt werden können. Für die Wärmeabfuhr reicht eine einfache Überdachung als Wetzerschut aus.

Nachteilig ist der vergleichsweise hohe Wartungsaufwand, denn trotz der großen Wartungsintervalle von 20.000-40.000 Betriebsstunden ist die Ausfallzeit bei einer Komplettüberholung der MGT erheblich. Des Weiteren verbraucht eine MGT beim Anlaufen hohe Mengen an Energie, für die Verdichtung des Brenngases, weshalb eine unterbrechungsfreie Auslastung zu empfehlen ist.

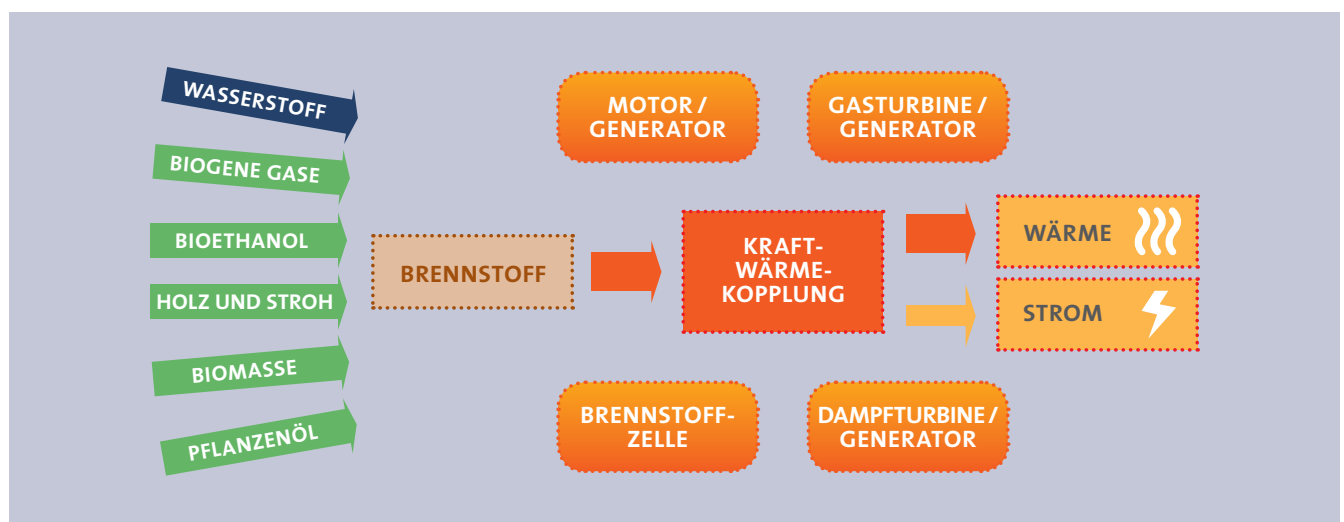


Abbildung 4: KWK-Prinzip, erneuerbare Brennstoffe und Umwandlungsarten abgewandelt nach [Seibert-Erling 2008]

ENERGIEERZEUGUNG DURCH PHOTOVOLTAIKANLAGEN

Photovoltaik (PV) bedeutet die Umwandlung von Lichtenergie, meist Sonnenenergie, in elektrische Energie durch Einsatz von Solarzellen. Durch den Photoeffekt ist es möglich, Licht in elektrische Energie umzuwandeln.

Grundsätzlich gibt es Photovoltaik-Anlagen, die auf bestehenden Gebäuden installiert, in die Gebäudehülle integriert und auf Freiflächen aufgestellt werden. Neben den Dachflächen der Betriebsgebäude bieten sich horizontale ungenutzte Flächen wie

Beckenabdeckungen für eine Nutzung von Photovoltaik-Anlagen an. Photovoltaik-Anlagen können mit unterschiedlichen Zelltypen ausgeführt werden.

Polykristalline Solarzellen sind im Einkauf deutlich günstiger als monokristalline, benötigen jedoch eine größere Fläche zur Produktion vergleichbarer Strommengen. Aufgrund des deutlichen Kostenvorteils gegenüber den monokristallinen Solarzellen werden aktuell überwiegend polykristalline Solarzellen eingesetzt [LENA 2018].

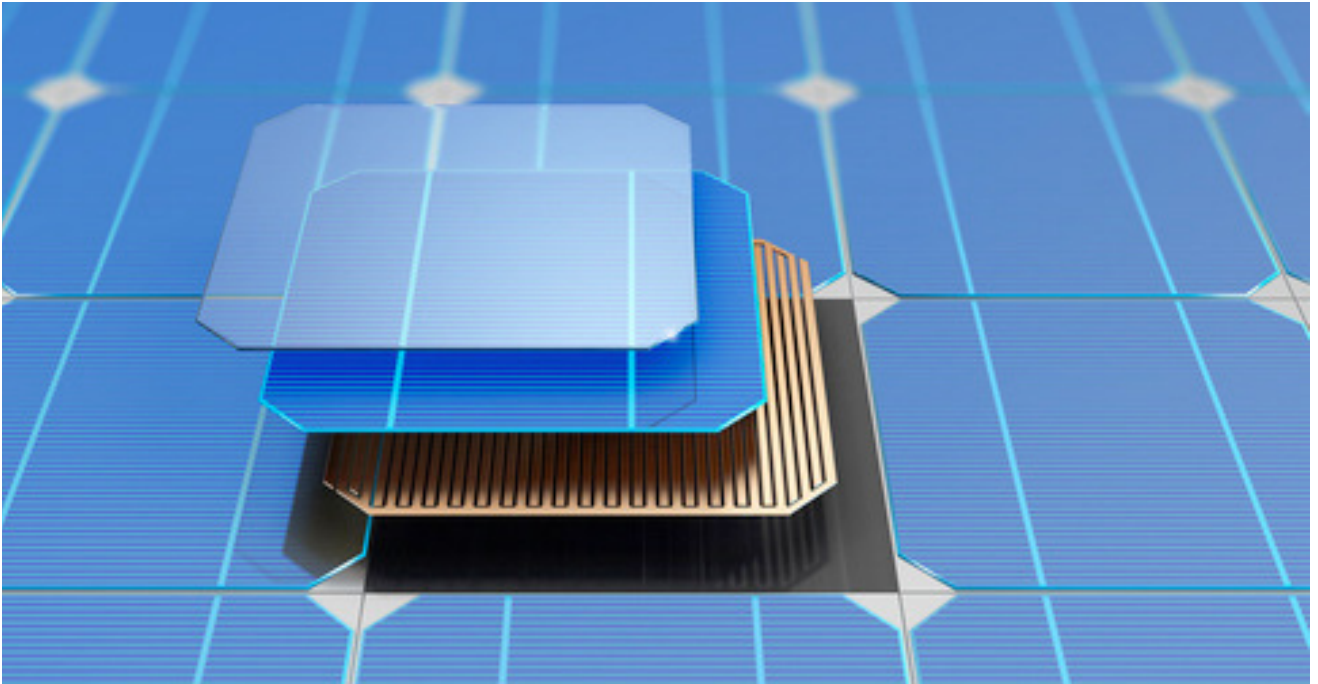
Modulwirkungsgrade und benötigte Fläche für 1 kWp für verschiedene Solarzelltechnologien [LENA 2018]

Solarzelltechnologie	Modulwirkungsgrade	Benötigte Fläche für 1 Kilowattpeak
Silizium-Hochleistungszellen (rückkontaktiert, HIT)	19 - 23 %	4 - 5 m ²
Monokristallines Silizium	16 - 19 %	5 - 6 m ²
Multikristallines Silizium	15 - 17 %	6 - 7 m ²
Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid CIGS	13 - 17 %	6 - 8 m ²
Cadmiumtellurid (CdTe)	11 - 17 %	6 - 9 m ²
Amorphes Silizium	5 - 10 %	10 - 20 m ²

Die Dimensionierung einer Photovoltaik-Anlage ist stets abhängig von der zur Verfügung stehenden Freifläche. Durch den hohen Energiebedarf von Kläranlagen macht es Sinn, den zur Verfügung stehenden Flächenraum komplett zu nutzen. Der Ertrag solcher Anlagen hängt von der lokalen Sonneneinstrahlung, den eingesetzten Modulen sowie deren Wirkungsgrad ab. Allgemein lässt sich erfahrungsgemäß sagen, dass in Deutschland rund 1.000 bis 1.500 kWh/(m²*a) Sonnenlicht einstrahlt und davon 800 bis 1.100 kWh/(kWp*a) genutzt werden können. Dies entspricht rund 1.000 Volllast-Betriebsstunden bei den angegebenen Kilowattpeak (kWp) der Anlage und kann somit für eine grobe Ertragsprognose auf Kläranlagen zugrunde gelegt werden. Für 1 kWp sind je nach Anlagenwirkungsgrad 6 bis 10 m² Modulfläche erforderlich. Für eine detaillierte

Planung sollten jedoch die lokalen Einstrahlungsverhältnisse sowie die zur Verfügung stehenden Flächen betrachtet werden. Hierzu stehen verschiedene Tools im Internet zur Verfügung, die jedoch nur eine erste Abschätzung geben. Die Planung sollte durch eine Person mit Fachkenntnissen erfolgen [MULNV NRW 2018].

Die Wirtschaftlichkeit einer PV-Anlage kann zunächst im Internet bei verschiedenen Anbietern von Solarmodulen oder unabhängigen PV-Beratungsseiten grob abgeschätzt werden. Sie ist abhängig von Faktoren wie der geografischen Lage, der Art der Anlage (Dach- oder Freiflächenanlage), der Ausrichtung und Neigung, der Flächengröße, eventuelle Verschattungen und dem geschätzten Eigenverbrauch.



Bei höchster Genauigkeit, müssen auch Faktoren der Finanzierung, der Versicherung sowie Steuern und Abschreibungen eingerechnet werden. Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung ist also ziemlich komplex. Es wird empfohlen, eine auf den individuellen Fall abgestimmte Beratung in Anspruch zu nehmen.

Bei der eigentlichen Berechnung stehen schließlich Anschaffungskosten und laufende Kosten den Erträgen aus Eigennutzung und Einspeisung des Stroms gegenüber. Eine installierte Leistung von 1 kWp entspricht in Deutschland einem Jahresstromertrag von circa 800 bis 1000 kWh und beansprucht auf einem Schrägdach circa eine Fläche von acht Quadratmeter. Unter installierter Leistung ist die Stromausbeute bei optimalen Bedingungen zu verstehen.

Neben den Anschaffungskosten entstehen Betriebskosten. Darunter fallen vor allem Wartungs- und Reparaturkosten sowie Kosten für Versicherungen, Verwaltung und die Zählermiete. Als Kalkulationsgröße werden dafür jährlich zwischen ein bis zwei Prozent der Anschaffungskosten veranschlagt.

Für die Wirtschaftlichkeit ist entscheidend, wie hoch die über die Laufzeit erwirtschafteten Erträge der Anlage sind. Unter den Erträgen der eigenen PV-Anlage sind zum einen die eingesparten Kosten durch die Eigennutzung des selbst produzierten

Stroms und zum anderen die erhaltene Vergütung für dessen Einspeisung zu verstehen. Die Zeit, bis die erwirtschafteten Erträge die Anschaffungskosten zusätzlich der im selben Zeitraum anfallenden laufenden Kosten übersteigen, wird als finanzielle Amortisationszeit bezeichnet.

Da die Einspeisevergütung für gewöhnlich geringer ist als die Kosten für den Strombezug, ist es wirtschaftlich vorteilhaft, den Strom der eigenen Anlage vorrangig selbst zu nutzen und nur Überkapazitäten einzuspeisen. Das macht den Einsatz von integrierten Speichern sinnvoll. Mit Blick auf die Investitionskosten lohnt es sich, in angepasste Wechselrichter und Verkabelungen zu investieren. Dabei sind vor allem ein hoher Betriebswirkungsgrad des Wechselrichters und geringe Leitungsverluste der Verkabelungen von großer Bedeutung. Die Folge: ein besserer Gesamtwirkungsgrad und eine bessere Wirtschaftlichkeit [LENA 2018].

i Die Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH bietet Ihnen einen Leitfaden zur Eigenvorsorgung mit Strom aus PV-Anlagen und Speichern. Die Broschüre richtet sich an Unternehmen und Privatpersonen und stellt einen umfassenden Überblick von der Planung bis zur Inbetriebnahme von PV-Anlagen dar. Auf Anfrage stellen wir Ihnen kostenlos ein Druckexemplar zur Verfügung. Die digitale Variante erhalten Sie im Downloadbereich unter www.lena.sachsen-anhalt.de.

ENERGIEERZEUGUNG DURCH WINDKRAFTANLAGEN

Die Erzeugung von Strom aus Windenergie ist neben den großen Offshore-Anlagen und in Onshore-Windparks auch in der Umgebung einer Kläranlage sinnvoll möglich.

Die wesentlichen Bestandteile einer Windenergieanlage (WEA) sind der Turm oder Mast, die Gondel, die Rotorblätter, das Getriebe, der Generator, die Messinstrumente und ggf. die Windrichtungsnachführung. Grundsätzlich werden zur Nutzung der Windenergie Widerstands- und Auftriebsläufer eingesetzt, die zum einen horizontal oder zum anderen vertikal zur Windrichtung drehen. Die Umsetzung in elektrische Energie aus mechanischer Bewegung erfolgt durch einen elektrischen Generator.

Windenergieanlagen mit horizontaler Drehachse haben sich bei der Erzeugung von elektrischer Energie in der Energiewirtschaft etabliert. Sie erreichen Leistungen bis 8 MW. Ein Nachteil von horizontalen Drehachsen liegt in der ständigen Nachführung zur Windrichtung.

Die Errichtung von größeren WEA über 50 Meter Anlagenhöhe im Umfeld von Kläranlagen kann nur unter Beachtung aller genehmigungsrechtlichen Anforderungen erfolgen und muss individuell geprüft werden. Dies gilt auch in bestimmten Bereichen für die Kleinwindenergieanlagen (KWEA) [MULNV NRW 2018].

Praxisbeispiel aus Berlin: Die Berliner Wasserbetriebe nahmen im Jahr 2012 am Klärwerk Schönerlinde drei WEA mit einer Leistung von insgesamt 6 MW in Betrieb. Dies bedeutete für das Großklärwerk im Nordosten Berlins einen wesentlichen Schritt in Richtung Energieautarkie, da der Anteil des eigengenerierten Stroms damit von etwa 30 Prozent auf rund 80 Prozent stieg. Bisher wurde Energie im Klärwerk Schönerlinde primär durch die Verstromung des Klärgases im Blockheizkraftwerk und mit einer Mikrogasturbine selbst erzeugt.¹

Aus der Planung und Umsetzung des Projekts wurde folgendes Fazit gezogen [Reichert 2012]:

- Die Errichtung von größeren Windenergieanlagen auf Klärwerken zur Eigennutzung des erzeugten Stromes ist prinzipiell möglich und im Fall günstiger Windverhältnisse auch lukrativ.
- Die Errichtung von größeren WEA ist jedoch nur im Ausnahmefall genehmigungsfähig und an eine Vielzahl von Auflagen gebunden.
- Zur Erreichung der Genehmigung sind ein „langer Atem“ und die Bereitschaft zur Akzeptanz umfangreicher Naturschutzauflagen erforderlich.
- Die Wirtschaftlichkeit muss von der Projektidee über die gesamte Projektlaufzeit unter Variation realistischer Szenarien verifiziert werden.



¹ <http://www.bwb.de/content/language1/html/7550.php>

WÄRMERÜCKGEWINNUNG

Das Energiepotenzial von Abwasser am Ablauf einer Kläranlage wird häufig unterschätzt, denn Abwasser besitzt im Jahresmittel eine durchschnittliche Temperatur von 15 Grad Celsius. Ein Teil der mitgeführten Wärmeenergie kann zurückgewonnen werden. Bei ausschließlicher Betrachtung der Heizperiode von Oktober bis März ergibt sich bei Entzug von 1 Kelvin aus 1 m³/h Abwasser eine Wärmemenge von 1,163 kWh [MULNV NRW 2018]

Mit Hilfe von Wärmepumpen oder Wärmeübertragern wird dabei dem Abwasser Wärmeenergie entzogen. Laut Schätzungen des e.qua-Netzwerkes Abwasserwärmenutzung können in Deutschland

20 Prozent aller Gebäude mit Abwasserwärme beheizt werden [www.e-qua.de]. Durch Abwasserwärmenutzung kann der Jahresenergiebedarf für die Klimatisierung von Betriebsgebäuden an Kläranlagen im Sommer komplett und im Winter zu 70 Prozent abgedeckt werden. Ist das Energiepotenzial des Abwassers nicht ausreichend, können für die Spitzenlast an kalten Wintertagen Gasheizanlagen unterstützend zugeschaltet werden. Analog zum Einsatz im Abwasserleitungsnetz kann Abwasserwärme auch innerhalb der Kläranlagen genutzt werden. Zulauf, Ablauf oder innerbetriebliche Abwasserleitungen stellen gute Zugangspunkte dar. Abbildung 6 verdeutlicht das Prinzip.

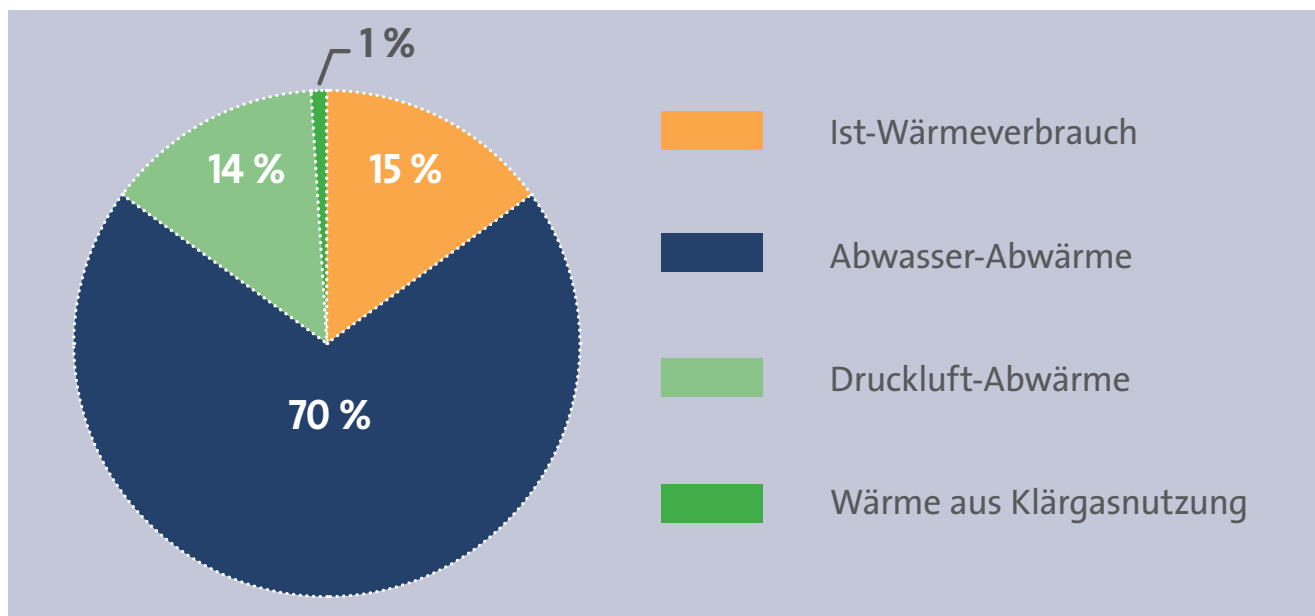


Abbildung 5: Vergleich von Wärmeverbrauch und möglichen Wärmequellen einer Kläranlage [e.qua]

AN WELCHEN ZUGRIFFSORTEN KANN WÄRME GEWONNEN WERDEN?

Grundsätzlich mögliche Zugriffsorte zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser sind:

- Gebäude,
- das Rohabwasser (im Kanalnetz) sowie
- gereinigtes Abwasser im Kläranlagenablauf.

Die Ziffern 4 bis 7 in Abbildung 6 sollten sich im Regelfall in der Obhut Ihres Abwasserzweckverbandes

befinden. Dies bietet Ihnen entsprechende Möglichkeiten auf die vorhandenen Nutzungspunkte zuzugreifen. Kooperationen mit angrenzenden Unternehmen oder Liegenschaften, sollten im Zuge einer Nutzungskonzeption überprüft werden. In dieser können auch entsprechende lokale Wärmepotenziale und die optimalen Wärmeentnahmepunkte ermittelt werden.

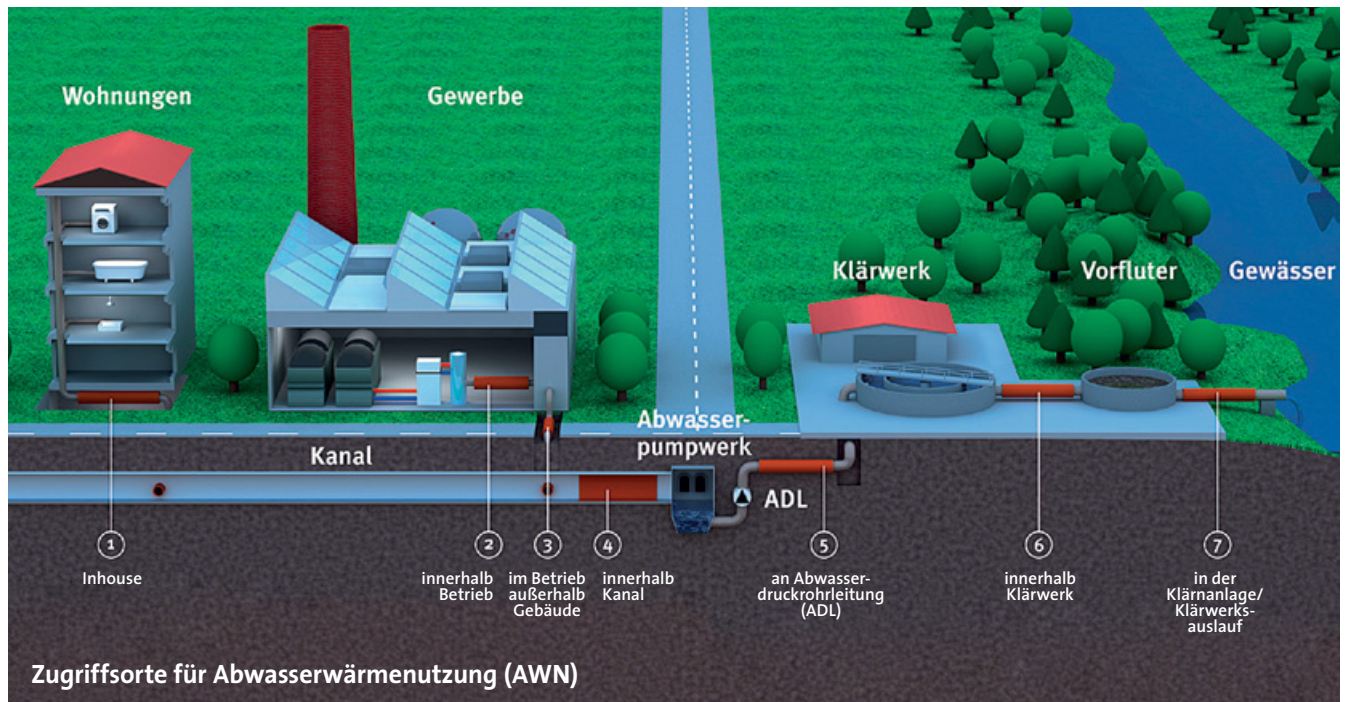


Abbildung 6: Prinzip der Abwasserwärmenutzung [www.e-qua.de]

NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN VON ABWASSERWÄRME

Aus Abwasser zurückgewonnene Wärmeenergie kann für betriebsinterne Prozesse, wie z. B. die Aufrechterhaltung der Prozesstemperatur in der Schlammfäulung oder die Beheizung der Betriebsgebäude verwendet werden (Abbildung 8). Dementsprechend ist kein zusätzlicher Energiebezug durch eine Elektro- oder Gasheizung notwendig.

Das Nutzungspotenzial von Abwärme auf Kläranlagen ist abhängig vom Wärmeverbrauch der haus- und verfahrenstechnischen Objekte (Abbildung 7). Neben der Nutzung der Abwärme aus Verdichterleitungen, die dem Belebungsbecken zugeführt werden können, hat die Abwasserwärmenutzung das weitaus größte Potenzial und ist mit einem deutli-

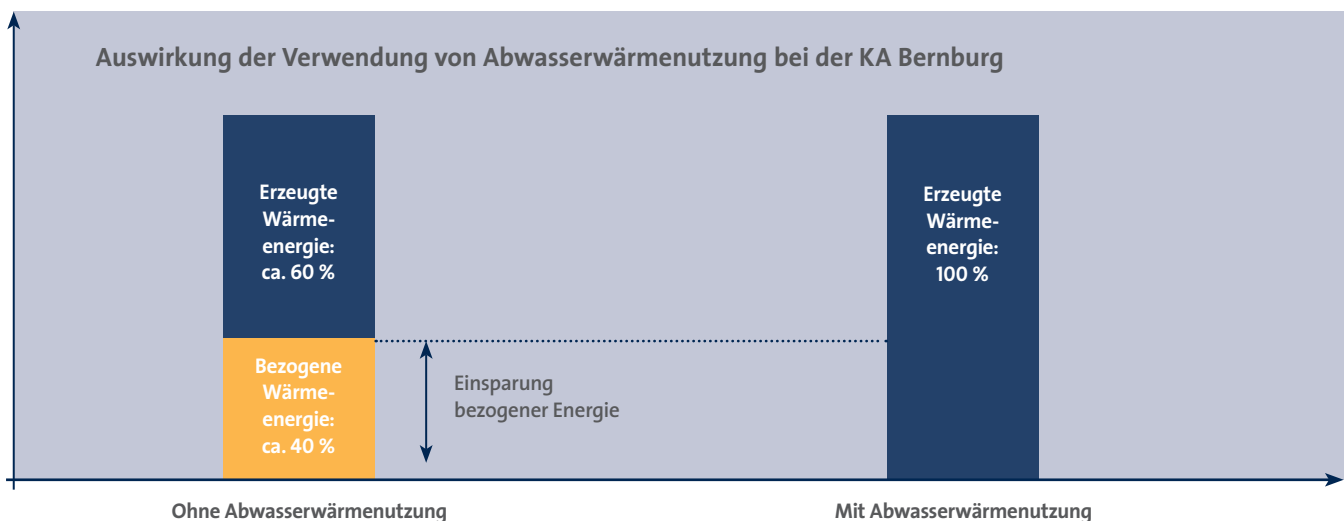


Abbildung 7: Mögliche Einsparung bezogener Wärmeenergie durch die Verwendung von Abwasserwärmenutzung am Beispiel der Kläranlage Bernburg

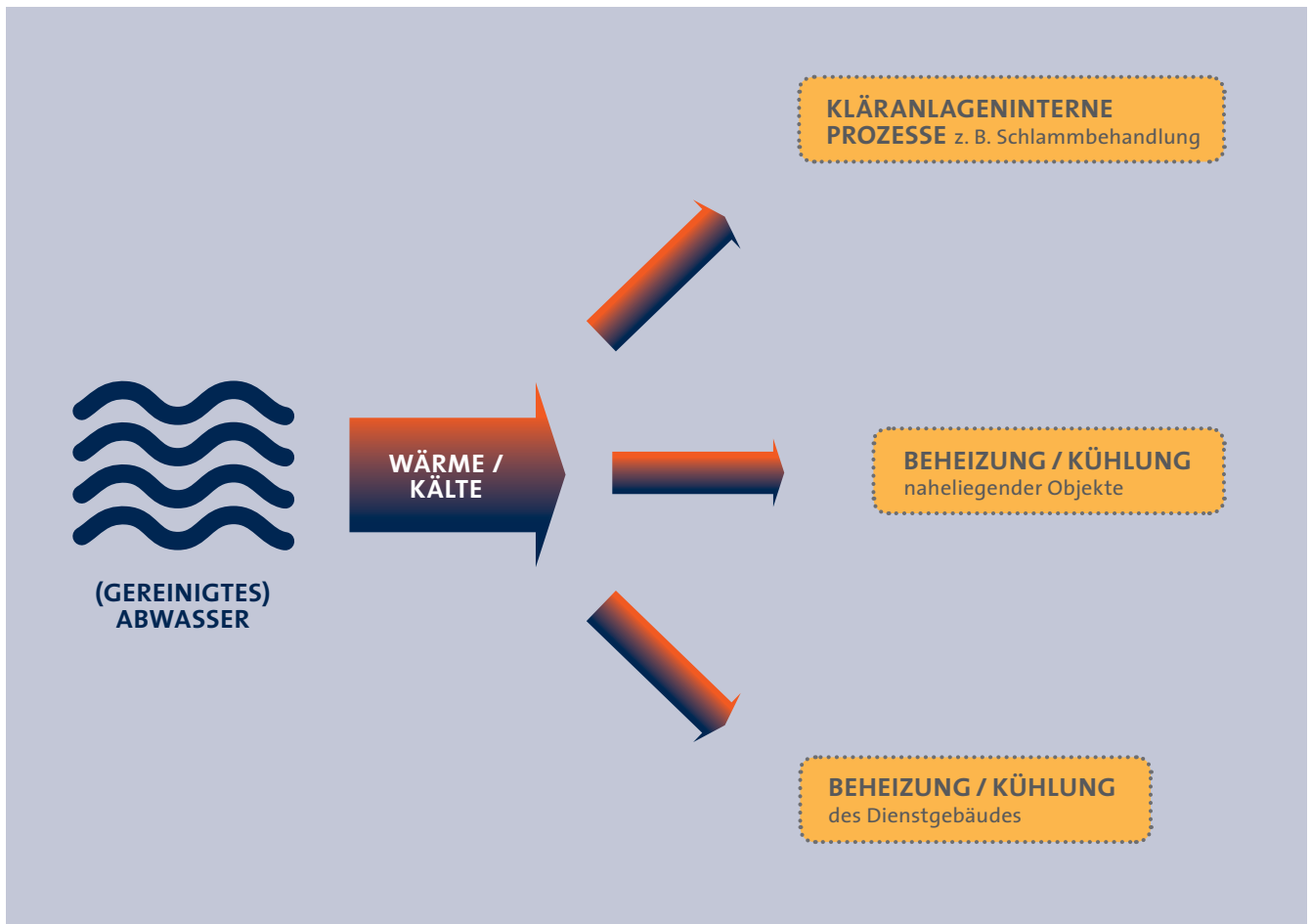


Abbildung 8: Verwendungsmöglichkeiten der Abwasserwärme

chen Überangebot an Wärme gleichzusetzen. Die Nutzbarmachung und Wirtschaftlichkeit der Abwärme ist stark abhängig vom technischen Konzept und muss anlagenspezifisch ermittelt werden. [e.qua]

Zusätzlich ergibt sich ein ungenutztes Potenzial zur Reduzierung des Primärenergieverbrauchs kommunaler Heizzentralen. Überschüssige Wärmeenergie kann u. a. für nahe gelegene Gebäude und andere kommunale Liegenschaften genutzt werden. Bei geeigneten Wärmeverbrauchern können hier ökonomisch und ökologisch wertvolle Maßnahmen durch dezentrale, unabhängige Energienutzung geschaffen und erhebliche Mengen CO₂ durch Verringerung der Nutzung fossiler Energieträger eingespart werden. Eine Annäherung an das kommunale Potenzial und die Maßnahmenentwicklung kann durch Studien oder Energiekarten geschehen. [e.qua]

Abbildung 9 zeigt das Prinzip der solaren Klärschlamm-trocknung mit unterstützender Wärmerückgewinnung aus Abwasser. In Abhängigkeit

von geographischen Gegebenheiten reicht die solare Einstrahlung in den Wintermonaten ggf. nicht aus, um die üblichen Mengen an Wasser aus dem Schlamm zu entfernen. Die Einbringung zusätzlicher Wärme ist erforderlich. Ein Teil der benötigten Wärme wird mittels Wärmetauschern aus dem Abwasser entnommen und anschließend über Wärmepumpen energetisch aufgewertet. Die auf diesem Weg gewonnene Wärmeenergie steht anschließend für den Betrieb der Heizung unterhalb der Trocknungsebene zur Verfügung.

Die Beheizung der Betriebsgebäude ist auf diesem Weg ebenfalls möglich. Gleichzeitig bietet diese Technik die Möglichkeit, durch eine Umkehrung des Prozesses Wärme an das Abwasser abzugeben, wodurch eine Kühlung bestimmter Bereiche erreicht werden kann. So ist es in den Sommermonaten möglich, überschüssige Wärme z. B. aus nahe gelegenen Gebäuden zu entnehmen und an das Abwasser abzugeben, wodurch eine Kühlung der angeschlossenen Gebäude erreicht wird.

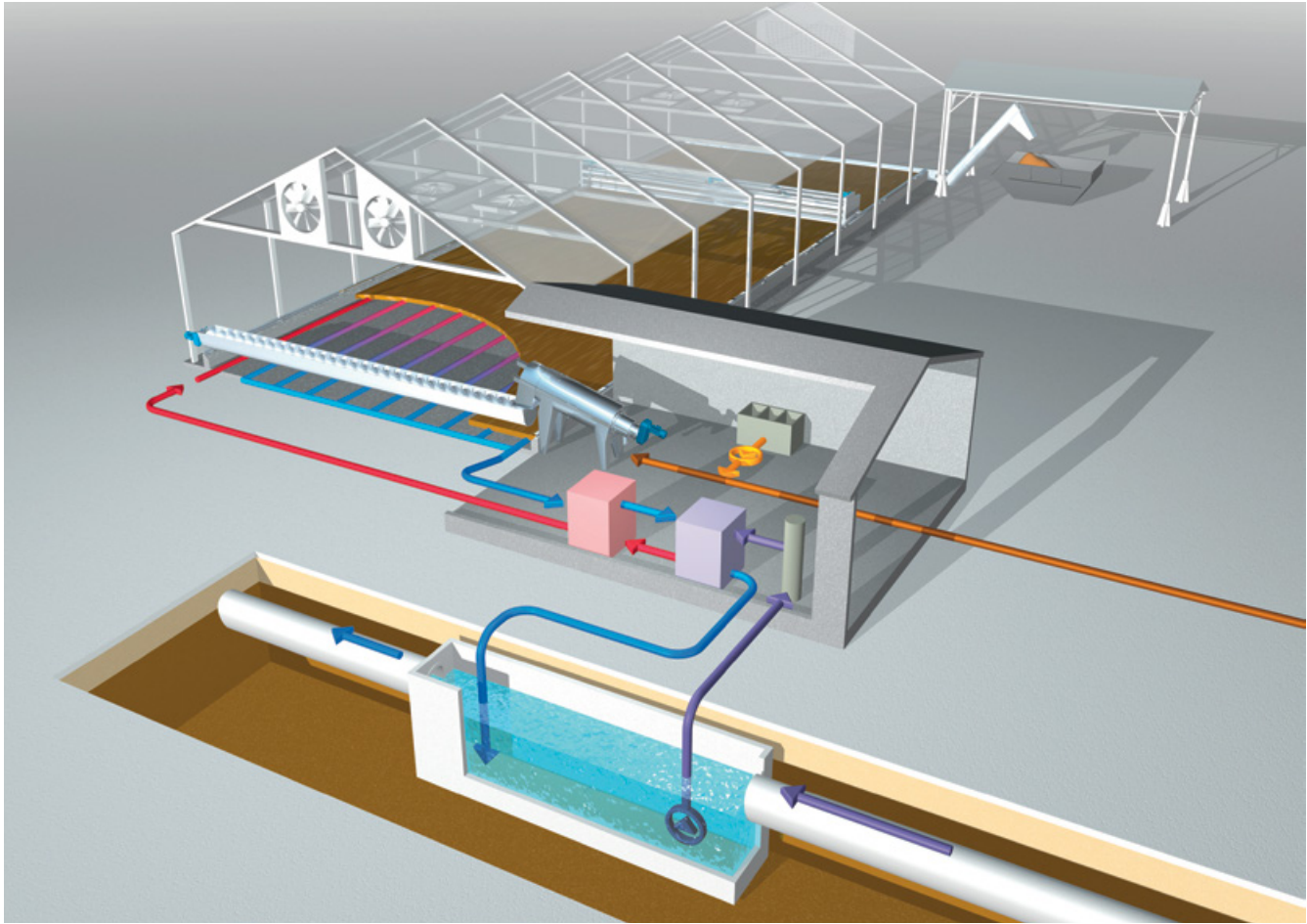


Abbildung 9: Solare Schlamm Trocknung gekoppelt mit einer Abwasserwärmenutzungsanlage [Huber SE]

DER WZV „SAALE-FUHNE-ZIEHTE“

Praxisbeispiel aus Sachsen-Anhalt: Der Wasserzweckverband „Saale-Fuhne-Ziehte“ hat im Rahmen eines durch den Bund geförderten Klimaschutzteilkonzeptes die Integration von Abwasserwärmenutzung (AWN) an der Kläranlage Bernburg überprüft. Die durchschnittlich ankommende Abwassermenge von ca. 6.000 m³ pro Tag stellt demnach eine nutzbare Wärmemenge von mehr als 500 kW zur Verfügung.

Die Kläranlage verfügt über eine beheizbare Nutzfläche von insgesamt ca. 2.360 m², aufgeteilt in mehrere Betriebsgebäude. Davon werden etwa 1.300 m² nur soweit beheizt, dass ausreichender Frostschutz gegeben ist.

Die Kläranlage erzeugt bereits Strom und Wärmeenergie durch den Einsatz zweier Mikrogasturbinen. Jede dieser Turbinen besitzt eine Leistung von 120 kW thermisch und 65 kW elektrisch. Als Brennstoff dient

durch eine Schlammfäulung erzeugtes Klärgas. Das System der Mikrogasturbinen dient zur Absicherung der Grundlast und deckt rund ein Drittel des jährlichen Energieverbrauchs an Strom und Wärme im Wasserzweckverband ab. Bei erhöhtem Wärmebedarf kommt ein konventioneller Gaskessel mit einer Heizleistung von 415 kW zum Einsatz.

Durch den Einsatz einer Wärmepumpe in Verbindung mit Abwasserwärme kann die Einsatzzeit des Gaskessels weiter reduziert werden. Eine Wärmepumpe mit einer Heizleistung von 220 kW liefert bei einer Laufzeit von 3.000 Volllaststunden eine Wärmeenergie von ca. 746.000 kWh, was den bisherigen Bedarf an Erdgas komplett abdecken kann.

Im Vergleich zum konventionellen Gaskessel können auf diesem Weg mehr als 60 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden (nach dem dt. Energiemix).

HAT DIE WÄRMERÜCKGEWINNUNG EINFLUSS AUF REINIGUNGSPROZESSE?

Ein Entzug von 2-3 K Wärmeenergie aus Abwasser hat keine nachgewiesenen Auswirkungen auf nachgeschaltete Reinigungsprozesse. Durch den Einsatz entsprechender Überwachungstechnik, z. B. im Rahmen eines Energiemanagementsystems, kann die Menge

der aus dem Abwasser entnommenen Wärme dauerhaft kontrolliert, angepasst und gesteuert werden. Alternativ kann eine Wärmerückgewinnung aus dem Ablauf ohne Beeinträchtigung der Reinigung installiert werden.

ENERGIEGEWINNUNG DURCH WASSERKRAFT

Die Nutzung der Wasserkraft ist die älteste bekannte Methode, Energie zu gewinnen. Dabei steht das nutzbare Potenzial im engen Zusammenhang mit der Fallhöhe des Wassers, dem Volumenstrom, den örtlichen Randbedingungen und dem Wirkungsgrad der Wasserkraftanlage.

Der Ablauf von Kläranlagen ist für die Aufstellung von Kleinwasserkraftwerken optimal geeignet, da hier mit einem konstanten Volumenstrom und gleichbleibenden Randbedingungen zu rechnen ist. Zudem liegen Kläranlagen auch im Flachland zum Schutz vor Hochwasser meist 2 bis 5 Meter höher als die Wasserspiegellagen der Gewässer. Aufgrund der im Vergleich zu Stauseen sehr geringen Fallhöhe von 2-5 Metern und Ablaufgeschwindigkeiten von rund 1,5 m pro Sekunde an Kläranlagen im Flachland

von Sachsen-Anhalt kann die Nutzung von Hochleistungs-Wasserkraftturbinen vernachlässigt werden. Entsprechend bieten sich für die Nutzung des vorhandenen Potenzials eher Kleinst- und Kleinwasserkraftwerke wie z. B. Wasserkraftschnecken und Wasserräder an.

Für die Planung einer Wasserkraftanlage sind Basisdaten über die Abflussganglinie notwendig. Zudem sind Kenntnisse des Mindestwasserdurchflusses und des Hochwasserabflusses als maßgebliche Betriebsfälle zur Anpassung und Auslegung der gesamten Anlage erforderlich.

Nachdem der Ausbaudurchfluss für die Wasserkraftanlage festgelegt wurde, ist anschließend die Fallhöhe zur Festlegung der Leistung der Wasserkraftanlage zu bestimmen. Bei der Fallhöhenberechnung

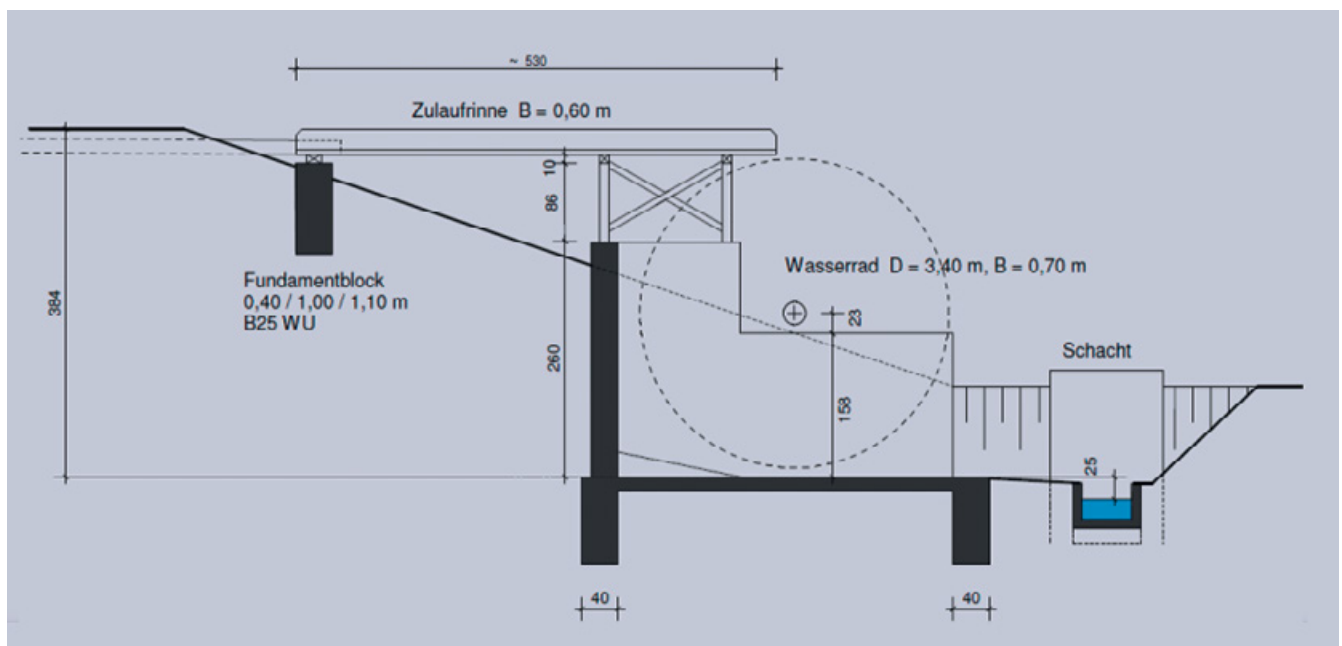


Abbildung 10: Aufbau des Wasserrades am Kläranlagenablauf in Hillersleben [Fluss-Strom PLUS 2012]



Abbildung 11: Wasserrad in Hillersleben im Betrieb [Fluss-Strom PLUS 2012]

nung sind die saisonalen Schwankungen zwischen Ober- und Unterwasserspiegellagen zu berücksichtigen. Je nach Anordnung und Art der Wasserkraftanlagen müssen diese mit einem Notumlauf versehen werden.

Um die Energieerzeugungspotenziale durch Wasserkraftanlagen zu erhöhen, ist bei der Standortwahl vor allem auf eine große Fallhöhe zu achten. Höhenunterschiede in Abwasserschächten werden oftmals durch Fallschächte ausgeglichen. Durch die freiwerdende Energie im Fall bieten diese hervorragende Gewinnungspunkte von Energie aus Wasserkraft.

Die Energiepotenziale können durch den Einsatz von Wasserkraftanlagen genutzt werden. Häufig bieten sich hier die Abläufe der Kläranlagen an, da diese meist zum Schutz vor Hochwasser deutlich höher liegen als die Wasserspiegellagen der Gewässer.

Praxisbeispiel aus Sachsen-Anhalt: Am Ablauf der Kläranlage Hillersleben (Abwasserverband Halldensleben „Untere Ohre“) wurde im Jahr 2012 ein Segmentkranzwasserrad installiert. Das Rad hat einen Durchmesser von 3,4 Metern und ist 70 Zentimeter breit. Der angeschlossene Generator verfügt über eine Nennleistung von 3 kW. Im Jahresverlauf werden bei einer konstanten Geschwindigkeit von

8 Umdrehungen pro Minute - der Zulauf wird so geregelt, dass die Wassermenge konstant ist - und einer Fallhöhe von 4 Metern rund 26.300 kWh Strom erzeugt, der vollständig in die Eigenversorgung der Kläranlage fließt.

 **Das Netzwerk Fluss-Strom PLUS prüft auf Anfrage gern die Möglichkeiten der Wasserkraftnutzung an Ihrer Kläranlage.**

Der regionale Wachstumskern Fluss-Strom PLUS forscht und entwickelt in einem Netzwerk aus 19 Unternehmen und 8 Forschungseinrichtungen im Bereich der Nutzbarmachung von Wasserkraft an Standorten mit geringem Wasserkraftpotenzial. Das Netzwerk konzentriert sich mit seinen Partnern in Sachsen-Anhalt und im Raum Mitteldeutschland. Im Rahmen des Projektes wurden Deutschlandweit mögliche Standorte für Mikro- und Kleinwasserkraftwerke ermittelt sowie erste Demonstratoren entwickelt und in der Praxis getestet. Eine theoretische Eignung dieser Kraftwerke ist für eine Verwendung im Kläranlagenablauf gegeben, jedoch näher zu untersuchen. Bei Interesse der Kontaktvermittlung zum Netzwerk Fluss-Strom PLUS, wenden Sie sich an die Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH. Nähere Informationen finden Sie auch unter www.flussstrom.eu.

QUELLEN

- LENA (2018): Strom aus Photovoltaikanlagen zur Eigenversorgung; Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH (LENA) (Hrsg.); Magdeburg
- MULNV NRW (2018) Energie in Abwasseranlagen – Handbuch NRW; 2. vollständig überarbeitete Fassung, Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein Westfalen (MULNV NRW) (Hrsg.); Düsseldorf
- Reichert, J. (2012): Energie aus Windkraft auf Kläranlagen; Festveranstaltung 30 Jahre Hydro-Ing.; Berliner Wasserbetriebe; Düsseldorf
- Seibert-Erling, G. (2008): Strategien bei der Erneuerung von BHKW-Anlagen; 9. Kölner Kanal- und Kläranlagenkolloquium (KKKK); Aachener Schriften zur Stadtentwässerung; Professor Dr.-Ing. J. Pinnekamp (Hrsg.); Köln; S. 30/31 - 30/13
- Informationsmaterial e.qua Netzwerk Energierückgewinnung und Ressourcenmanagement GbR
- Informationsmaterial Huber SE; www.huber.de
- Klimaschutzteilkonzepte; Bierhals Wasser Consult Ltd.; e.qua Services GmbH

IMPRESSUM

Herausgeber:

Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH (LENA)
39108 Magdeburg, Olvenstedter Straße 4
Fon: 0391 567 2040, Fax: 0391 567 2033
E-Mail: lena@lena-lsa.de
Geschäftsführer: Marko Mühlstein

Autoren:

Dr. Christian Gröschl
Tiefgang GmbH
Am Amtsgarten 10
15711 Königs Wusterhausen



René Bertram
Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH
Olvenstedter Straße 4
39108 Magdeburg

Gefördert durch:



Konzept & Produktion: KREIBICH + KONSORTEN® 2018 |
www.kreibich-konsorten.de

Bildnachweis: LENA, KREIBICH + KONSORTEN® (Kläranlage Aschersleben – Titel, S. 3), fotolia.com (S. 8, S. 9), e.qua (S. 11), Huber SE (S. 13), Fluss-Strom PLUS (S. 14, S. 15)

LENA



Landesenergieagentur Sachsen-Anhalt GmbH

Wir machen Energiegewinner.

Landesenergieagentur
Sachsen-Anhalt GmbH
Olvenstedter Straße 4
39108 Magdeburg
Tel.: 0391 567-2040
Fax: 0391 567-2033

HRB Nr.: 18884
USt ID: DE286800023
Amtsgericht Stendal

E-Mail: lana@lana-lsa.de
www.lana.sachsen-anhalt.de
www.facebook.com/lenagmbh

