

Nutzung von Abwasserwärme (auf Kläranlagen) in Schleswig-Holstein

Dipl.-Ing. Peter Janson

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein

7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung
auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek



Schleswig-Holstein
Landesamt für
Landwirtschaft, Umwelt
und ländliche Räume

Gliederung

Allgemeines	Grundlagen	Einsatz	Nutzung	Ausblick
-------------	------------	---------	---------	----------

- Allgemeines
- Grundlagen Wärmegewinnung
- Einsatzgebiete und -grenzen
- Nutzung der Wärmeenergie
- Fazit und Ausblick



7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek

- Anhang 1, Teil B (2) zur Abwasserverordnung (Stand der Technik):
„Die bei der Abwasserbeseitigung entstehenden Energiepotenziale sind soweit technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar, zu nutzen.“
- Kooperation „Energie aus Abwasser“ mit dem Unternehmerverband Nord seit 2012
- Entwurf eines Info-Papieres des LLUR aus 2013
- Information der Träger der Abwasserbeseitigungspflicht (Städte, Gemeinden, Verbände) im Rahmen einer Dienstbesprechung 2014
- Nutzbarkeit von Abwasserwärme als Energiequelle ist technisch und wirtschaftlich begrenzt



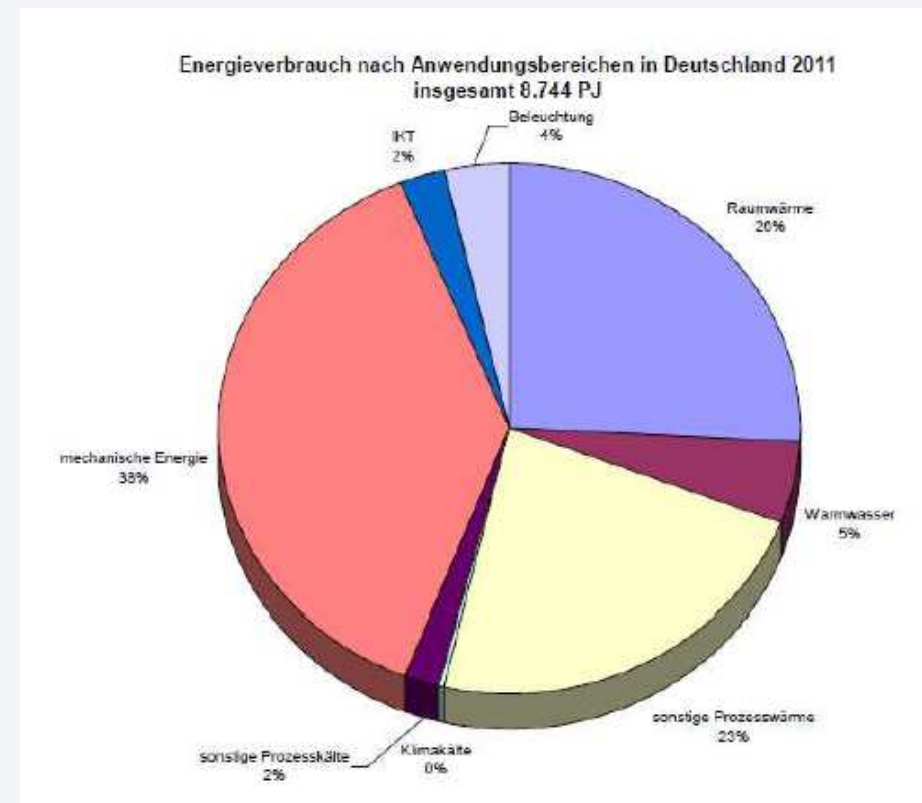
7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek

Allgemeines	Grundlagen	Einsatz	Nutzung	Ausblick
-------------	------------	---------	---------	----------

➤ gemäß DWA* M 114 „Energie aus Abwasser – Wärme und Lageenergie“ können 10 % aller Gebäude in Deutschland Mit Wärme aus Abwasser beheizt werden.

➔ **Rein rechnerisch!!!**

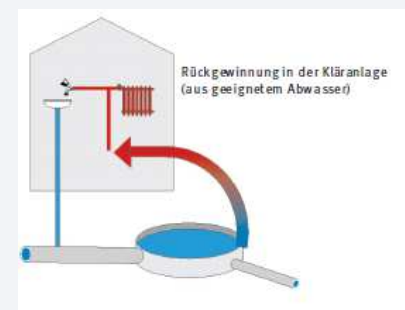
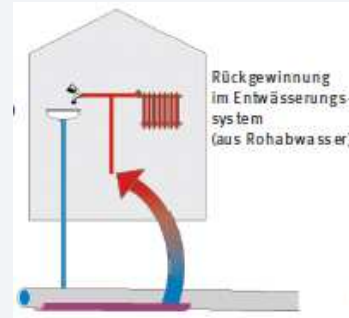
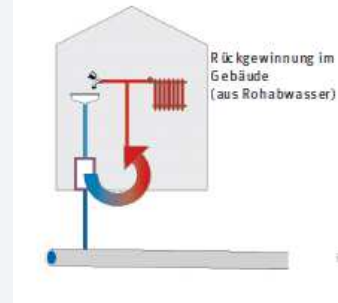
*Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.



7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek

Allgemeines	Grundlagen	Einsatz	Nutzung	Ausblick
-------------	------------	---------	---------	----------

Ort der Wärmegegewinnung	Vorteile	Nachteile
im Gebäude	relativ hohe Abwassertemperaturen sehr kurzer Wärmetransportweg Betreiber = Wärmeverbraucher netzunabhängiger Betrieb kein Einfluss durch Niederschlagswasser	geringer Abfluss mit tageszeitlich großen Schwankungen störende Abwasserinhaltsstoffe dezentrale Anlagen mit hohem Betriebsaufwand
im Entwässerungssystem	größere Abwassermengen kurze bis mittlere Wärmetransportwege Überwachung und Betriebssicherheit angemessen	Abhängigkeit vom Netzbetreiber Einbauten bedingen Überwachung Einfluss auf Abwasserreinigung
auf bzw. nach der Kläranlage	kein Einfluss auf Abwasserreinigung (wenn WGA nach der Kläranlage) große/relativ konstante Abwassermenge und damit größtes Wärmeangebot Abwasser ist gereinigt Abkühlung des Abwassers zu Gunsten des Gewässers	wenn keine Abnehmer in der Nähe sind, langer Wärmetransportweg Abhängigkeit vom Kläranlagenbetreiber



7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek

Allgemeines

Grundlagen

Einsatz

Nutzung

Ausblick

- Wärmegewinnungsanlagen
- Anlagen im Haupt- oder Nebenstrom (zusätzliche Anlagen)
- Wärmeübertragungssysteme (werkseitig integriert oder nachträglich eingebaut)



Bild 9: Kanalrohr mit Wärmetauschern in Längsrichtung. (Fotos: KOBEL, B. Ryser Ingenieure AG; SCHMID, F. eam)



7. EKI-Fachforum „Maßnahmen zur energetischen Optimierung auf Kläranlagen“ 13. Oktober 2017 im BNUR, Flintbek

Allgemeines

Grundlagen

Einsatz

Nutzung

Ausblick

Nachträglich eingebaute Wärmetauscher

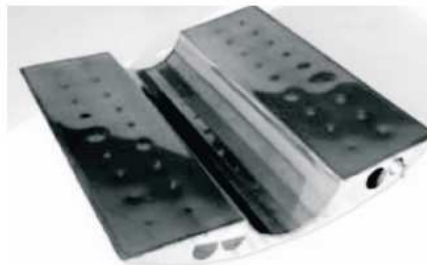
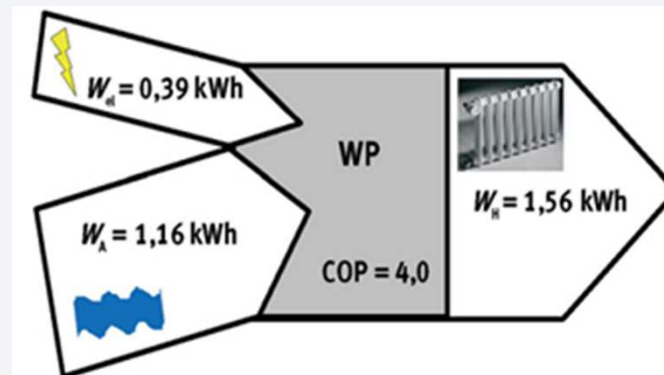


Bild 5: Beispiele von nachträglich eingebauten Wärmetauschern. (Fotos: BURI, R.; KOBEL, B. 2005)



- Wärmepotenzial von 1 m³ Wasser bzw. Abwasser, das um 1 Kelvin abgekühlt wird, beträgt 1,16 Kilowattstunden (kWh)
- Nutzung der Antriebsenergie (elektrische Energie)
- Eine Wärmepumpe kann aus einem Kubikmeter Abwasser rund 1,56 kWh Nutzwärme bereitstellen.



Quelle: DWA M 114



Einsatzgebiete und Grenzen

- gem. DWA Merkblatt 114 ein Mindestabwasseranfall von 15 l/s im Tagesmittel bzw. eine oberstromseitige Abwasser-einleitung von durchschnittlich ca. 5.000 bis 10.000 Einwohnern

Größen- klasse	BSB ₅	Einwohnerwerte	Anzahl der Kläranlagen
1	< 60 kg/d	< 1.000 E	548
2	60 – 300 kg/d	1.000 – 5.000 E	167
3	300 – 600 kg/d	5.000 – 10.000 E	34
4	600 – 6.000 kg/d	10.000 – 100.000 E	58
5	> 6.000 kg/d	> 100.000 E	7



Begrenzung beim nachträglichen Einbau

- Beim nachträglichen Einbau des Wärmetauschers muss dieser durch Fachpersonal in den Kanal eingebracht und dort montiert werden. Ab einer Größenordnung von DN 800 ist dieses unproblematisch.

Einsatz in Wassergewinnungs- und Wasserschutzgebieten

- Als Wärmeträgermaterial (Kältemittel) kommen derzeit verschiedene Stoffe zum Einsatz.
- Häufig in die Wassergefährdungsklasse 1 eingestuft. (selten 0)
- Kein Einsatz in den Wasserschutzgebieten 1 und 2 bzw. in einer Entfernung von weniger als 100 m zum nächsten Förderbrunnen.



Erhöhter Wartungsaufwand

- Durch die Einbauteile (Wärmetauscher) kann sich der Wartungsaufwand aufgrund von biologischen Belegen, Ablagerungen und Verstopfungen erheblich erhöhen.
- In Schleswig-Holstein sollte ein Biozideinsatz (Opferschwermetallbänder aus Kupfer bzw. Wartung mit Bioziden) nicht zur Anwendung kommen und der zu erwartende geringere Wärmeübergangswert bereits bei der Planung berücksichtigt werden.
- Abflusshindernisse können durch arbeits- und energieintensive Hochdruckspülungen beseitigt werden.
- Spülfahrzeuge benötigen fossile Energiequellen



Maximale Wärmeenergieentzugsmengen

- Kläranlagen der Größenklasse 3 bis 5 müssen Anforderungen an Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$ und bei GK 4 und 5 auch $\text{N}_{\text{ges.}}$) erfüllen.
- Anforderungen elementar wichtig, da Stickstoff und Phosphor das Ausmaß des pflanzlichen Lebens im Gewässer bestimmen. Ein Überangebot führt zu einem übermäßigen und schädlichen Wachstum. Die Sauerstoffzehrung nimmt zu, es kommt zur Eutrophierung.
- Kohlenstoffabbau und P-Elimination relativ temperaturunabhängig im Vergleich zur Stickstoffelimination.
- Der Stickstoffabbau ist hinsichtlich der Wärmenutzung aus Abwasser der limitierende Faktor (**max 0,5 K und Einhaltung der Bemessungstemperatur**).



Maximale Wärmeenergieentzugsmengen

- Bei der Ermitteln der Größe des Belebungsbeckens einer Kläranlage geht das Bemessungsschlammalter als Faktor ein:

Eine geringere Abwassertemperatur führt unweigerlich zu größeren Belebungsbecken bzw. bei vorhandenen Becken zu einer geringeren Reinigungsleistung.

Temperatur im Belebungsbecken (T)	Bemessungsschlammalter ohne Sicherheitsfaktor ($t_{TS,aerob,Bem}$)
20°C	2,0826
18°C	2,5337
16°C	3,0825
14°C	3,7502
12°C	4,5625
11°C	5,0325

Temperatur im Belebungsbecken (T)	Bemessungsschlammalter ohne Sicherheitsfaktor ($t_{TS,aerob,Bem}$)
10°C	5,5508
9°C	6,1225
8°C	6,7532
7°C	7,4487
6°C	8,2160
5°C	9,0622



Wärmegewinnungsanlagen nach dem Belebungsbecken

- Wenn die Wärme erst nach dem Belebungsbecken, vorzugweise in der Ablaufleitung einer Kläranlage, dem Abwasser entzogen wird, hätte dieses keine bzw. nur geringe Auswirkungen auf die Reinigungsleistung. Darüber hinaus hat diese Absenkung der Einleittemperatur eine positive Wirkung auf das Ökosystem Fließgewässer, da diese dann dem natürlichen Zustand näherkommt. Somit würden durch eine Wärmeentnahme nach dem Belebungsbecken sowohl der Mensch als auch das Ökosystem in gleicher Weise profitieren.



Wärmeenergie aus dem Kanalnetz vor der Kläranlage

- Die Wärmeenergie kann auf kurzem Wege direkt für das Beheizen von Gebäuden eingesetzt werden. Dieses hat energetisch gesehen den Vorteil, dass die Verluste aufgrund der kurzen Wege gering sind und die Wärme dort verbraucht wird, wo sie anfällt.
- Aus Gründen der Akzeptanz werden derzeit überwiegend Gebäude der öffentlichen Hand mit Wärme aus Abwasser versorgt (Gemeinde Heidgraben, Kreis Pinneberg).



Nutzung der Wärmeenergie im Nachgang des Belebungsbeckens

- Stellt sich aus Sicht des planenden Ingenieurs um ein vielfaches schwieriger dar als im Kanalnetz, weil sich die Kläranlagen häufig am Rande der Bebauung befinden.
- Es gibt sehr sinnvolle Einsatzmöglichkeiten für die auf der Kläranlage aus dem Abwasser gewonnene Wärme. Zum Beispiel für
 - das Heizen der Betriebs- und anderer Gebäude,
 - das Heizen in der Nachbarschaft befindlicher Gewächshäuser,
 - das Heizen von Faulbehältern oder
 - die Einspeisung in ein Wärmenetz.



Fazit I

- Die Abwasserwärmenutzung hat in Schleswig-Holstein unter der Prämisse der uneingeschränkten Reinigungsleistung und Betriebsstabilität der Abwasseranlagen zu erfolgen.

Da die meisten schleswig-holsteinischen Kläranlagen bereits ein Temperaturdefizit im Belebungsbecken aufweisen, müssen bei den Kläranlagen, die ein vermeintlich nutzbares Abwasserwärmepotenzial aus dem der Kläranlage vorgeschalteten Kanal besitzen, vor deren Nutzung die fachlichen Randbedingungen genau überprüft und eine Risikoanalyse erstellt werden, damit es nicht zu negativen Beeinträchtigungen im Abwasserreinigungsprozess kommen kann.



Hierfür müssen mindestens:

- die Selbstüberwachungsdaten des Kläranlagenbetreibers (tägliche Werte) ausgewertet,
- die maximale Wärmeentzugsmenge im Kanal anhand der bekannten und bewährten Temperaturformeln berechnet, Auswirkungen auf die Biologie der Kläranlage ermittelt und
- das bauliche Veränderungsrisiko im Ableitungssystem prognostiziert

werden.



Fazit II

- Generell muss zwischen der Wärmeentnahme vor und nach einer Kläranlage unterschieden werden.
- Die Nutzung der Wärmeenergie aus dem Ableitungssystem der Kläranlage ist mit erheblich weniger Problemen behaftet.
- Ein Vorteil der Wärmeenergienutzung durch den Träger der Abwasserbeseitigungspflicht wäre der Entfall von umfangreichen vertraglichen Vereinbarungen mit den Nutzern der Energie.
- Fokus auch auf die Energieeinsparpotenziale (ca. 25%) im Bereich der Abwasserbehandlung lenken.
→DWA-A 216 „Energieanalyse von Abwasseranlagen“





**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**

**Dipl.-Ing. Peter Janson
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und
ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein
Hamburger Chaussee 25, D-24220 Flintbek
Tel. 04347 704-471 Fax 04347 704-402
E-Mail: peter.janson@llur.landsh.de**

