



**Energiegrundsätze für die ARA
im Kanton Bern
Beitrag zur kantonalen
Energiestrategie**

**AWA Amt für Wasser und Abfall
OED Office des eaux et des déchets**

Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion
des Kantons Bern
Direction des travaux publics, des transports
et de l'énergie du canton de Berne

Inhalt

Zusammenfassung	3
2 Einführung	4
2.1 Auslöser	4
2.2 Strategische Ziele der Energiestrategie im Kanton Bern	4
2.3 Zielpublikum	5
3 Ausgangslage	6
3.1 Allgemein	6
3.2 Aktuelle Kennzahlen Strom	6
3.3 Aktuelle Nutzung der Abwasserwärme	7
3.4 Aktuelle Biogasnutzung	7
3.5 Fazit Ausgangslage	12
4 Potenziale	13
4.1 Energetische Optimierung ARA	13
4.2 Abwasserwärmenutzung	13
4.3 Vollständige und effiziente Biogasnutzung	13
4.4 Fazit Potenzial	14
5 Massnahmen zu Nutzung der Potenziale	15
5.1 Von der Energiestrategie unabhängige Strukturbereinigung	15
5.2 Energetische Optimierung ARA	15
5.3 Abwasserwärmenutzung	15
5.4 Vollständige und effiziente Biogasnutzung	16

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht zeigt, wie die Ziele der Energiestrategie des Kantons Bern im Bereich ARA erreicht werden können. Er identifiziert die energetischen Potenziale auf Kläranlagen und listet Massnahmen auf, wie diese Potenziale optimal genutzt werden können.

Im Referenzjahr 2015 reinigten im Kanton Bern 60 ARA mit einer Belastungsgrösse > 200 Einwohnerwerte (EW) das kommunale Abwasser von rund 1.2 Mio. EW. Da-

von verfügen 38 ARA über eine mesophile Schlammfäulung. Im Bericht wird davon ausgegangen, dass bis im Jahr 2035 weitere rund 15 ARA im Rahmen der Umsetzung der Spurenstoffelimination bzw. allgemeiner Bauvorhaben an eine andere ARA angeschlossen und aufgehoben werden.

Aus den Zielen der Energiestrategie werden folgende Grundsätze für den Umgang mit Energie auf ARA im Kanton Bern festgesetzt:

1. Optimierung Energieverbrauch auf ARA, insbesondere Strom

Stromverbrauch heute

50 GWh/a

Potenzial Strom

-10 GWh/a

Mit einer konsequenten Umsetzung der Optimierung des Stromverbrauchs kann der Strombedarf um max. 10 GWh/a (10-20%) im Vergleich zum Jahr 2015 verringert werden. Dies wird unter anderem damit erreicht, dass zukünftig Auflagen zur Energieeffizienz in Bewilligungsverfahren aufgenommen werden. Die Auflagen orientieren sich dabei an den Energiekennzahlen des Verbands Schweizerischer Abwasser-

und Gewässerschutzfachleute (VSA) und stützen sich auf die vom AWA erstellten energetischen Grobanalysen. Nicht zuletzt führt die fortschreitende Zentralisierung mit Aufhebungen von kleinen ARA in der Regel zu einer weiteren Reduktion des Stromverbrauchs. Auf der anderen Seite verursacht der gezielte Ausbau einzelner Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen in Zukunft einen zusätzlich Stromverbrauch.

2. Unterstützung der Abwasserwärmenutzung

Nutzung heute

nicht erhoben

Potenzial Wärme

640 GWh/a

Der Kennzahlenbericht Energie auf ARA im Kanton Bern identifiziert für die Abwasserwärmenutzung der Berner ARA ein theoretisches Potenzial von 640 GWh jährlich. Die Wirtschaftlichkeit, bereits bestehende Nutzungen und Vorgaben aus Energiericht-

plänen wurden dabei nicht berücksichtigt. Das AWA stellt die Auswertungen des Nutzungspotenzials den Gemeinden und Verbänden zur Verfügung und kommuniziert das vorhandene Potenzial via GIS.

3. Lenkung Richtung vollständige und effiziente Biogasnutzung (veB)

Biogasnutzung heute ¹

62 GWh/a

Potenzial Biogas ¹

+15 GWh/a

Werden die Massnahmen der *veB* konsequent umgesetzt, wird dies zu einer Verschiebung von der heute verbreiteten Verstromung zur Aufbereitung und Einspeisung des Biogases führen. Die Biogaseinspeisung wird um den Faktor 2.6 von 28 auf 72 GWh/a gesteigert, die Stromproduktion sinkt von 18 auf noch 2 GWh/a. Von den heute bestehenden Faulungsanlagen wird ein Teil stillgelegt, sofern dort keine Abnehmer für die Überschusswärme ge-

funden werden können und der Abtransport von Frischschlamm zweckmässig ist. Neben diesen Eingriffen in die Infrastruktur der ARA wird es zu einer Lenkung der Schlammströme und der Co-Substratverwertung kommen. Die Verwertung von Co-Substraten (oberhalb einer Bagatellgrenze) ist in Zukunft nur noch auf Anlagen mit *veB* zugelassen. Der heute ungenutzte Anteil von 23% des Energieinhalts des Biogasanfalls kann damit auf 3% reduziert werden.

¹ Modellrechnung ohne Co-Substrate; im Potenzial ist zudem eine erhöhte Substitution fossilen Erdgases durch aufbereitetes Biogas zu berücksichtigen

2 Einführung

2.1 Auslöser

Die Energiestrategie des Kantons Bern² legt die langfristigen Ziele der Energiepolitik im Kanton fest. Darin werden Bereichsziele für die verschiedenen Ämter und Fachbereiche festgelegt, welche auf ihr Potenzial zu überprüfen und für welche geeignete Massnahmen zur Erreichung dieser Ziele zu definieren sind.

Der Bericht widmet sich der Umsetzung der Massnahmen auf ARA, die sich aus der Energiestrategie des Kantons Bern

ergeben. Die resultierenden Massnahmen greifen vorwiegend in die Infrastruktur der Schlammbehandlung, in die Stoffströme der Klärschlämme sowie in die Lenkung der Co-Substratnutzung ein.

Auslöser für die Erstellung des Berichts ist die Umsetzung Massnahmen der Legislaturperiode 2011 - 2014, respektive der angepassten Massnahmen der Legislaturperiode 2015 - 2018 der Energiestrategie des Kantons Bern.

2.2 Strategische Ziele der Energiestrategie im Kanton Bern

Im Zusammenhang mit Energie auf ARA stehen folgende strategische Ziele im Vordergrund:

- a. Im Kanton Bern wird der Energiebedarf zu einem wesentlichen Teil mit erneuerbaren Energien gedeckt.
- b. Im Kanton Bern berücksichtigt die Raumplanung energetische Ziele.
- c. Im Kanton Bern entsprechen neue Energiebereitstellungsanlagen und Energienutzungsanlagen den Anforderungen der Nachhaltigen Entwicklung.

Aus den Zielen der Energiestrategie und aufgrund der Rolle, die die Berner ARA dabei spielen, werden folgende Grundsätze für den Umgang mit Energie auf ARA im Kanton Bern festgesetzt:

- **Grundsatz 1: Optimierung Energieverbrauch, insbesondere Strom**

Darunter fällt der Ersatz ineffizienter Aggregate, Optimierung Wärmehaushalt, Wahl energieeffizienter Verfahren, etc. Dieser Grundsatz ist weitgehend unabhängig von der energetischen Einbindung der ARA in ihr Umfeld und wird isoliert für jede ARA einzeln angestrebt.

- **Grundsatz 2: Abwasserwärmenutzung**

Förderung bei Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit. Dieser Grundsatz ist weitgehend unabhängig von der energetischen Einbindung der ARA und wird isoliert für jede ARA einzeln angestrebt. Die Abwasserwärmenutzung birgt ein grosses Potenzial an erneuerbarer Energie. Überall dort, wo einerseits Nutzer vorhanden sind und andererseits die Nutzung der Abwasserwärme weder die Abwasserreinigung noch die Gewässer negativ beeinflusst, soll die Abwasserwärmenutzung bei erwiesener Wirtschaftlichkeit realisiert werden.

- **Grundsatz 3: Vollständige und effiziente Biogasnutzung (veB) anstreben**

Möglichst viel der im Biogas enthaltenen Energie soll energetisch genutzt, Abwärme- und Überschusswärmevernichtung sollten so weit als möglich vermieden werden.

² <http://www.bve.be/de/index/direktion/ueber-die-direktion/dossiers/energiestrategie.html>

Die *veB* kann auf zwei Arten umgesetzt werden.

- Die kantonale Energiestrategie hat das Ziel, langfristig die Klimagasemissionen auf maximal 1 Tonne CO₂ pro Kopf und Jahr zu reduzieren. Mit der Aufbereitung und Einspeisung des Biogases ins öffentliche Erdgasnetz kann fossiles Gas substituiert werden und damit einen Beitrag zur Erreichung dieses Ziels liefern.
- Wird das Biogas auf ARA verstromt, soll dies möglichst effizient erfolgen. Neben der eigentlichen Stromproduktion, die über effiziente Gasmotoren erfolgen sollte, ist auch der Aspekt der Wärmenutzung zu beachten. Häufig ist der Eigenwärmebedarf der ARA auch im Winter geringer als der Wärmeeinfall aus der Stromproduktion (rund zwei Drittel des Energieinhalts von Biogas). Eine vollständige Nutzung der überschüssigen Wärme durch zusätzliche Wärmeabnehmer ist daher energetisch sinnvoll.

2.3 Zielpublikum

Der Bericht richtet sich an Betreiber von ARA und betroffene Entsorgungsbetriebe sowie weitere Interessierte wie z.B. Ingenieurbüros.

3 Ausgangslage

3.1 Allgemein

Im Kanton Bern reinigen 60 ARA mit einer Belastungsgrösse > 200 Einwohnerwerte (EW) das kommunale Abwasser von rund 1.2 Mio. EW³. Davon verfügen 38 ARA über eine mesophile Schlammfäulung.

Regionale Zusammenlegungen führten in den letzten Jahren zu einer Konsolidierung und Zentralisierung der Abwasserreinigungsinfrastruktur. So sind seit 2005 insgesamt 13 ARA zwischen 350 und 34'000 EW an benachbarte ARA angeschlossen und aufgehoben worden. Im Bericht wird davon ausgegangen, dass bis im Jahr 2035 weitere rund 15 ARA im Rahmen der Umsetzung der Spurenstoffelimination bzw. allgemeiner Bauvorhaben an eine andere ARA angeschlossen und aufgehoben werden.

Im Jahr 2015 verbrauchte die Abwasserreinigung im Kanton Bern 50 GWh Strom. Damit beträgt der Anteil der ARA am gesamten Stromverbrauch im Kanton Bern weniger als 1%. Bei kommunalen Infrastrukturen zählen Kläranlagen jedoch zu den grossen Verbrauchern.

Grössere Kläranlagen setzen den Strom effizienter ein als kleinere Anlagen. So verbrauchen die 27 ARA der kleinsten Grössenklasse (< 5'000 EW) 6% der Gesamtenergie für die Behandlung von 3% der Gesamtbelastung. Dies geht zudem oft einher mit schlechteren Reinigungsergebnissen.

Für detailliertere Angaben wird auf den Kennzahlenbericht⁴ verwiesen.

3.2 Aktuelle Kennzahlen Strom

Die Auswertung der Kennzahlen Energie nach VSA zeigt, dass die ARA im Kanton Bern in Bezug auf die biologische Reinigungsstufe im Mittel bereits eine gute Effizienz aufweisen (Tabelle 1). Beim Gesam-

tennergieverbrauch liegt der Kanton Bern im schweizerischen Mittel. Die Effizienz in der Stromproduktion liegt im Vergleich mit den Richt- und Idealwerten am unteren Rand der Bandbreite.

Kennzahl	Einheit	Minimum ARA Kanton Bern	Maximum ARA Kanton Bern	Mittel gewichtet Kanton Bern	Mittel gewichtet CH [2]	Richt- und Idealwerte [1]
Gesamter elektrischer Energieverbrauch E_{ges}	kWh/(EW a)	1	185	39	39	20 - 54
Energieverbrauch biologische Behandlung E_{BB}	kWh/(EW a)	2.9	49	21 ⁵	16	16 - 41
Klärgasumwandlung in Elektrizität N_2	%	10	36	27 ⁶	-	27 - 37

Tabelle 1:
Ausgewählte Kennzahlen zu Stromverbrauch und -produktion auf ARA im Kanton Bern, 2015⁴

³ Stand 2015; nicht berücksichtigt sind Klein-Kläranlagen (KLARA) und Industrie-Kläranlagen mit angeschlossener kommunaler Kanalisation in der Grössenordnung von total 15'000 EW.

⁴ Kennzahlenbericht Energie auf ARA im Kanton Bern, awa fakten, 2016.

⁵ Berechnung nur mit ARA, welche den Stromverbrauch für die biologische Stufe erfassen (37 ARA mit total 1'193'000 EW mittlerer Belastung).

⁶ Berechnung nur mit ARA, welche ihr Klärgas verstromen (29 ARA mit 761'000 EW mittlerer Belastung).

3.3 Aktuelle Nutzung der Abwasserwärme

Eine Abwasserwärmenutzung aus dem gereinigten Abwasser zur Versorgung eines Fernwärmenetzes erfolgt bereits bei mehreren ARA:

- ara region Bern ag (seit 1984)
- ARA Region Interlaken (Kombination mit Abwärme BHKW, seit 2012)
- STEP de Tavannes (kalte Fernwärme)
- ARA Münsingen (seit 1993)
- ARA Sensetal (kalte Fernwärme, seit 1996)
- ARA Moosseedorf-Urtenenbach (Kombination mit Abwärme BHKW, seit 2014)

Abwasserwärmenutzungen aus ungereinigtem Abwasser in grösserem Umfang sind bisher keine bekannt.

3.4 Aktuelle Biogasnutzung⁷

Mit der seit Jahrzehnten laufenden Praxis der Biogasnutzung gehören die ARA zu den eigentlichen Pionieren in der Energiegewinnung aus Biomasse. Mit der zunehmenden Bedeutung des Themas Energie und CO₂-armer Energieträger im Speziellen rückt die optimale Nutzung der im Klärschlamm enthaltenen Energie aktuell stärker in den Fokus. Basierend auf dem Grundsatz der *veB* (Abschnitt 2.2) lassen sich die ARA in sechs Schlammverwertungskategorien einteilen⁸. Die Kategorien sind in der Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellt. Dabei erfüllen Kategorien, in denen das Biogas nicht vollständig genutzt wird, die Ziele der Energiestrategie des Kantons nicht. So wird z.B. in der Kategorie «Vor-Ort-Mineralisation» der Frischschlamm über mehrere Monate gelagert und teilweise mineralisiert, ohne einer energetischen Nutzung zugeführt zu werden. Diese Energiekategorie entspricht daher nicht dem Grundsatz der *veB*.

Die Einteilung der ARA in die Schlammverwertungskategorien ist der Abbildung 1 (Seite 11) zu entnehmen.

5 der 60 Kläranlagen entsprechen der Energiekategorie Biogaseinspeisung oder Wärmenutzung und erfüllen bereits den Grundsatz der vollständigen und effizienten Biogasnutzung. Da es sich dabei um grössere Anlagen handelt, wird im Jahr 2015 rund 40% der Energie, welche im Kanton Bern im Frischschlamm zur Verfügung steht, vollständig und effizient genutzt. Sieben Kläranlagen liefern bereits heute ihren Frischschlamm in eine andere Kläranlage oder in eine Kehrichtverbrennungsanlage. Allerdings wird die im Frischschlamm enthaltene Energie in diesen Annahme-Anlagen nur unvollständig oder - im Falle der KVA - ineffizient⁹ genutzt.

Rund die Hälfte der Kläranlagen verstromt ihr Biogas und kann die Wärme vor allem im Sommer nicht vollständig nutzen. Damit geht bei der Nutzung rund der Hälfte des im Kanton Bern anfallenden Biogases ein Teil in Form von Überschusswärme oder Abfackelung verloren. Viele dieser Anlagen nehmen Co-Substrate an, ohne die zusätzlich produzierte Wärme zu nutzen.

⁷ Die angegebenen Werte zur *veB* basieren auf Modellrechnungen und können daher von den gemessenen Werten abweichen. Basis für die Berechnung des Biogasanfalls sind die gemessenen mittleren Belastungen der einzelnen ARA (EW_{CSE}) des Jahres 2015. Die zusätzliche Gasproduktion durch Co-Substrate ist in den ausgewiesenen Zahlen nicht berücksichtigt. Der Anteil der Co-Substrate am gesamten Biogasanfall aus ARA liegt bei rund 40% (gemessener Biogasanfall 2015: 143 GWh, Biogasanfall Modellrechnung 2015: 82 GWh -> Tabelle 6).

⁸ Die Grundsätze 1 (Energieoptimierung) und 2 (Abwasserwärmenutzung) sind unabhängig von der jeweiligen Kategorie und werden auch unabhängig verfolgt (siehe Kennzahlenbericht Energie ARA Kanton Bern).

⁹ Kind E., 2009: Klärschlamm - ein erneuerbarer Energieträger, gwa 6/2009

Fünf Kläranlagen sind in Betrieb, die ihr Biogas ausschliesslich zur Deckung ihres Wärmebedarfs nutzen und einen Grossteil des überschüssigen Biogases abfackeln müssen. Ihr Anteil an der gesamtkantonalen Biogasproduktion beträgt lediglich 3%.

Zahlreiche der kleinen Anlagen lagern ih-

ren Frischschlamm über längere Perioden, während der es zu einer Mineralisation des Schlammes kommt. Es handelt sich dabei ausschliesslich um Anlagen mit weniger als 1'500 EW, deren Schlammproduktion so gering ist, dass sich regelmässige Schlammtransporte nicht rechnen. Ihr Anteil an der Biogasproduktion beträgt 1%.

Umgang mit Co-Substraten

Mit der Verwertung von Co-Substraten auf ARA wird ein Entsorgungsproblem seit Jahren sinnvoll gelöst. Mit dem Einsatz von Co-Substraten wird die Biogasproduktion je nach Substrattyp und Menge substanziell gesteigert. Wird das Biogas eingespeist, steht die gesamte zusätzlich produzierte Energie zur Verfügung. Wird das zusätzlich produzierte Biogas hingegen verstromt oder zu Heizzwecken verwendet, geht die Mehrproduktion an Wärme bei Anlagen ohne zusätzliche Wärmeabnehmer verloren. Weiter verlangt auch die VWEA die möglichst weitgehende

Nutzung der in den biogenen Abfällen enthaltenen Energie¹⁰. Angesichts des hohen spezifischen Energiegehalts der verwerteten Co-Substrate ist der Energieverbrauch für deren Transport innerhalb des Kantons Bern von untergeordneter Bedeutung. Daher entspricht eine Verstromung ohne vollständige Wärmenutzung oberhalb einer Bagatellgrenze von 5% des gesamten Gasanfalls nicht den Grundsätzen der *veB*. Ein höherer saisonaler Anteil von Co-Substraten ist zulässig, wenn damit der zusätzliche Bedarf von Heizöl in den Wintermonaten reduziert werden kann.

¹⁰ Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VWEA, AS 2015 5699, 1.1.2016), im Speziellen Art. 14 Abs. 2 und Art. 27 Abs. 1 Zif. d.


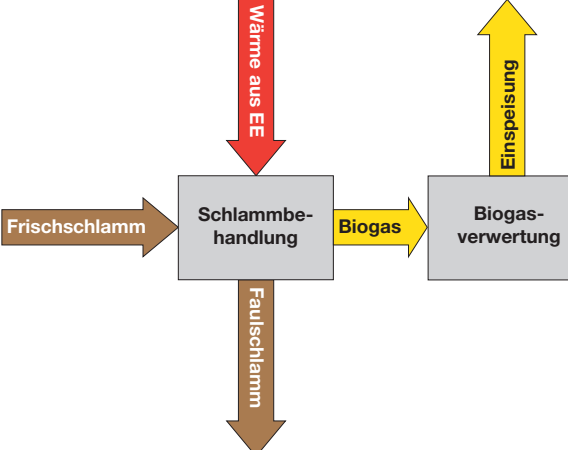

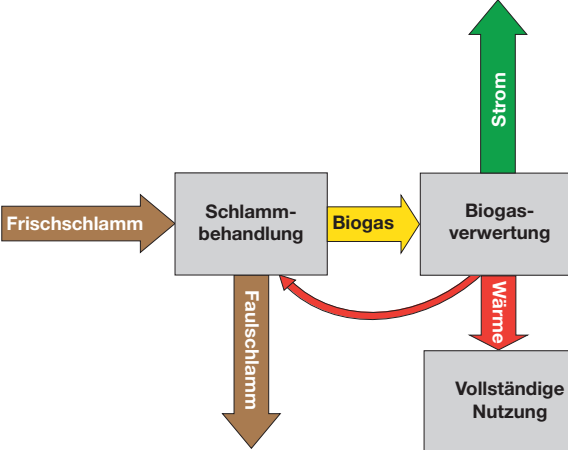

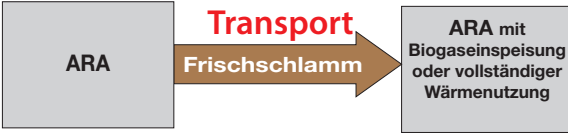
Erfüllen die Ziele der Energiestrategie	
<p>1 Biogaseinspeisung</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARA speist ihr gesamtes Biogas ins öffentliche Gasnetz ein. • Der eigene Wärmebedarf wird im Idealfall durch erneuerbare Energie gedeckt. • Co-Substrate: ja 	
<p>2 Vollständige Wärmenutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARA produziert Strom aus ihrem Biogas • Sowohl Strom als auch Wärme werden vollständig genutzt • Co-Substrate: ja 	
<p>3 Frischschlammlieferant</p> <ul style="list-style-type: none"> • ARA betreibt keine Faulung und produziert kein Biogas • Der Frischschlamm wird regelmässig (ohne lange Lagerzeit) an eine ARA geliefert, die der Kategorie 1 oder 2 entspricht • Co-Substrate: nein 	

Tabelle 2: Schlammverwertungskategorien, welche die Ziele der Energiestrategie erfüllen (entsprechend dem Grundsatz der veB)


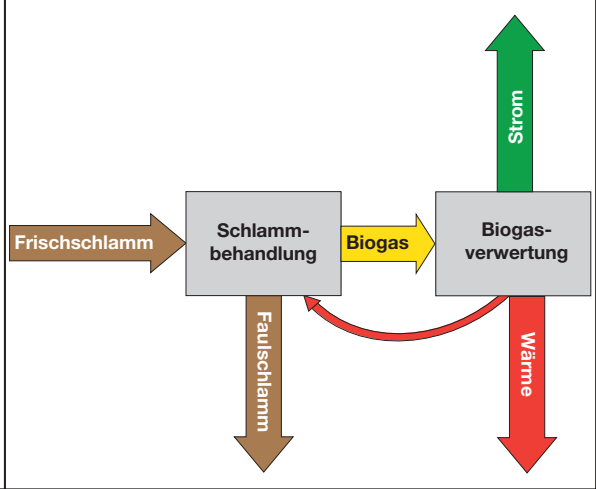

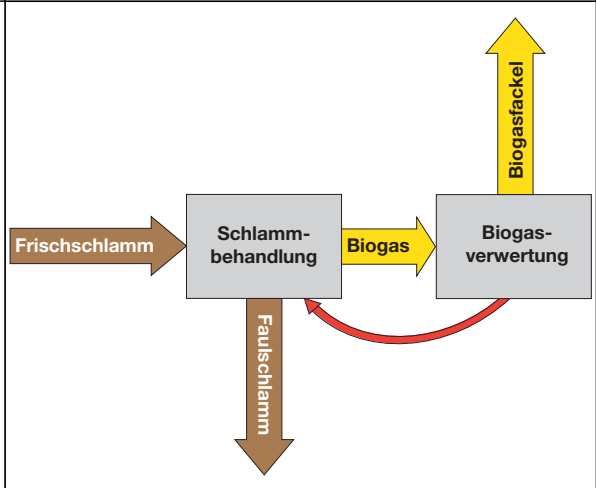

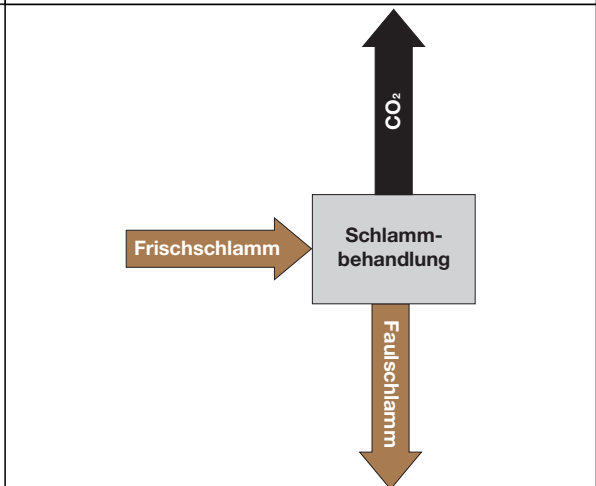
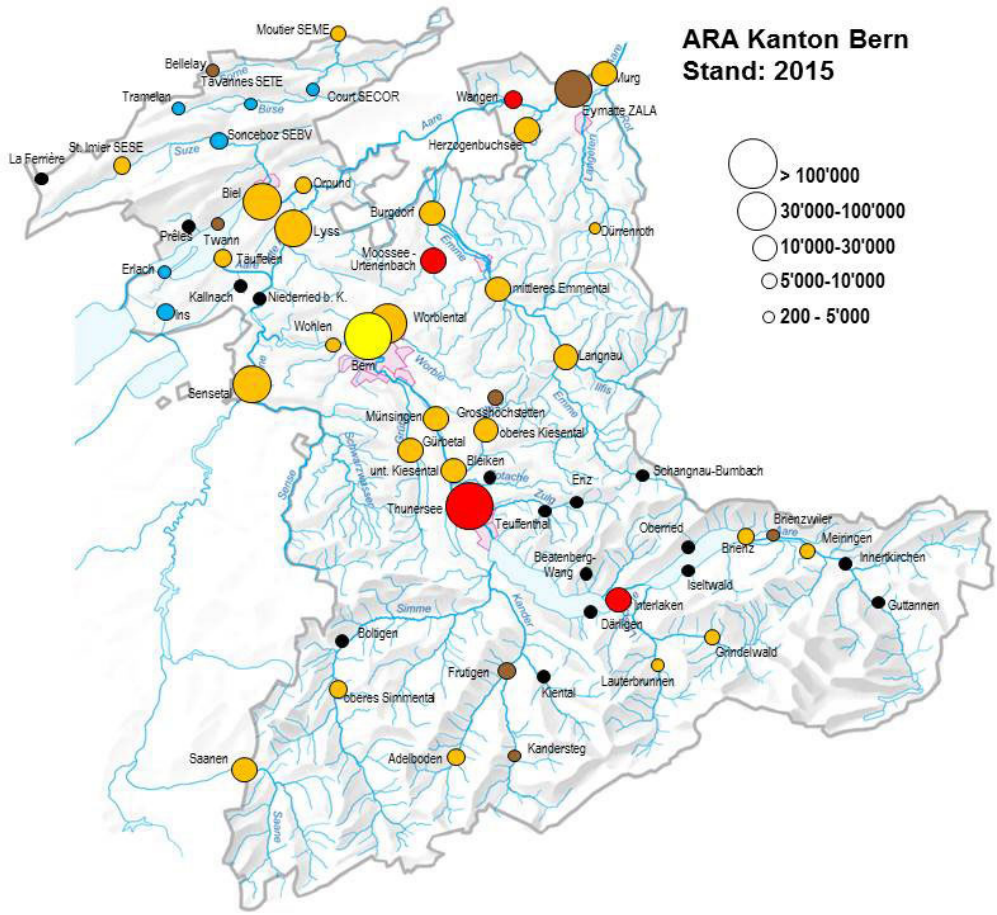
Massnahmen sind im Sinne der Energiestrategie im Einzelfall zu prüfen	
<p>4 Unvollständige Wärmenutzung</p>  <ul style="list-style-type: none"> • ARA produziert Strom aus ihrem Biogas • Es entsteht ungenutzte Wärme • Co-Substrate: nein 	
<p>5 Biogasabfackelung</p>  <ul style="list-style-type: none"> • ARA verheizt ihr Biogas zur Deckung des Wärmebedarfs • Überschüssiges Biogas wird abgefackelt • Co-Substrate: nein 	
<p>6 Vor-Ort-Mineralisation</p>  <ul style="list-style-type: none"> • ARA mineralisiert ihren Frischschlamm ohne Nutzung • Co-Substrate: nein 	

Tabelle 3: Schlammverwertungskategorien, für welche Massnahmen im Sinne der Energiestrategie im Einzelfall zu prüfen sind (entsprechen nicht dem Grundsatz der *veB*)



Schlammverwertungskategorien

	Biogaseinspeisung	1
	Vollständige Wärmenutzung	4
	Frischschlammlieferant	7
	Unvollständige Wärmenutzung	26
	Biogasabfackelung	6
	Vor-Ort-Mineralisierung	16
Total		60

Verteilung EW nach Schlammverwertungskategorie

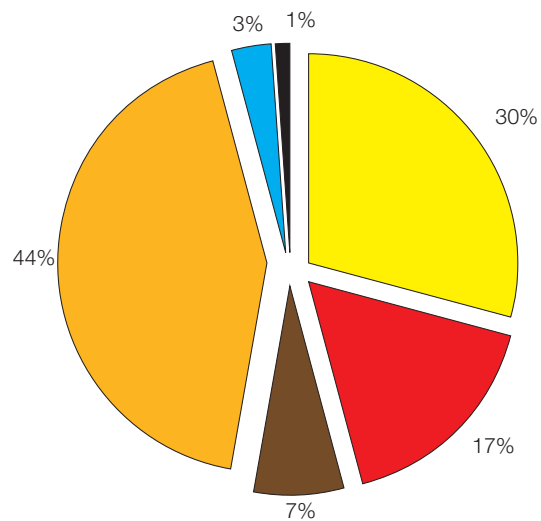


Abbildung 1:
ARA im Kanton Bern nach Schlammverwertungskategorien, Situation 2015

3.5 Fazit Ausgangslage

Grundsatz 1: **Optimierung Energieverbrauch auf ARA**

43 von 60 ARA weisen einen gegenüber dem Richtwert für Stromverbrauch erhöhten Energiebedarf auf ¹¹.

Zu beachten: Neben dem Hinweis auf ein Optimierungspotenzial kann die Überschreitung des Richtwerts auch auf eine schlechte Auslastung der Anlage oder hohe Belastungsschwankungen (Tourismus) zurückzuführen sein.

Grundsatz 2: **Abwasserwärmenutzung**

Eine systematische Erhebung der heutigen Nutzung von Abwasserwärme liegt nicht vor. Grosse Anlagen wie die ara region bern ag oder ARA Thunersee betreiben Fernwärmenetze mit Abwasserwärme resp. Faulschlammrückkühlung und Überschusswärme. Einzelne mittlere und kleinere Anlagen versorgen nahe Liegenschaften mit Abwasserwärme (warme und kalte Fernwärmenetze).

Aus ungereinigtem Abwasser sind keine Abwärmenutzungen bekannt.

Grundsatz 3: **Vollständige und effiziente Biogasnutzung (veB)**

5 von 60 ARA entsprechen dem Grundsatz der veB. Damit werden 46% des auf Berner ARA anfallenden Biogases vollständig genutzt. Von 54% der Biogas-Energie geht ein Teil in Form von Überschusswärme oder Abfackelung verloren. 7 weitere ARA führen zwar ihren Frischschlamm ab, jedoch wird am Entsorgungsort die Energie nicht vollständig oder effizient genutzt. Insgesamt werden heute über 3/4 der im Biogas enthaltenen Energie genutzt.

¹¹ Kennzahlenbericht Energie auf ARA im Kanton Bern, awa fakten, 2016

4 Potenziale

4.1 Energetische Optimierung ARA

Im Kennzahlenbericht Energie auf ARA wird das Potenzial jeder ARA bezüglich Energieoptimierung ausgewiesen. Gesamtkantonale Anstrengungen zur Verringerung des Stromverbrauchs bei ARA > 5'000 EW das höchste Potenzial auf. Das Potenzial zur Erhöhung der Stromproduktion liegt einerseits im Einsatz von neuen Gasmotoren mit höherem Wirkungsgrad und andererseits in der Verstromung von

Frischschlamm, welcher bis anhin nur zur Heizung verwendet wurde. Netto ist allerdings mit einem Rückgang der Stromproduktion zu rechnen, da insbesondere grössere Anlagen tendenziell auf eine Aufbereitung und Einspeisung des Biogases setzen (ARA Thunersee: Umsetzung bis 2017). Es wird auf die detailliertere Ausführungen des Kennzahlenberichtes verwiesen.

	Anzahl ARA 2015	Verbrauch 2015	Potenzial Strom
Total	60	50 GWh	- 10 GWh
ARA > 5'000 EW	33	47 GWh	- 9 GWh
ARA < 5'000 EW	27	3 GWh	- 1 GWh

Tabelle 4:
Heutige Nutzung und Potenzial Energetische Optimierung ARA (Stromverbrauch)

4.2 Abwasserwärmenutzung

Im Kennzahlenbericht Energie auf ARA wird aus Betriebsdaten der Kläranlagen das Potenzial der Abwasserwärmenutzung im Zu- und im Ablauf jeder ARA ausgewiesen. Dabei handelt es sich um das technisch

verfügbare Potenzial ohne wirtschaftliche Abklärungen und Kenntnisse über Wärmeabnehmer. Es gilt grundsätzlich der Vorzug einer Nutzung aus gereinigtem Abwasser.

	Nutzung 2012	Potenzial Wärme (nicht kummulierbar)
Vor der ARA	Keine Erhebung	230 GWh/a
Nach der ARA	Keine Erhebung	640 GWh/a ¹²

Tabelle 5:
Heutige Nutzung und Potenzial Abwasserwärmenutzung

4.3 Vollständige und effiziente Biogasnutzung

Werden sämtliche Kläranlagen soweit angepasst, dass sie dem Grundsatz der vollständigen und effizienten Biogasnutzung entsprechen, erfolgt eine Verschiebung von der Stromproduktion zur Biogasaufbereitung und -einspeisung. Dies ist im Einklang mit der kantonalen Energiestrategie, weil

damit fossiles Erdgas substituiert wird und so die CO₂-Emissionen gesenkt werden. Dabei wird gemäss den Zielen der Energiestrategie davon ausgegangen, dass der überwiegende Teil des zusätzlichen Stromverbrauchs aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt werden kann.

¹² In den 640 GWh/a Abwasserwärme aus dem Ablauf ist die bereits genutzte aber unbekanntere Abwasserwärme enthalten.

		2015 ¹³		Potenzial ¹⁴	
		GWh/a	%	GWh/a	%
Verwendungszweck	Total Biogasanfall	82	100%	80	100%
	Aufbereitung und Einspeisung	28	34%	72	90%
	BHKW	49	60%	6	8%
	Gasheizung	2.8	3%	1.5	2%
	Gasfackel	1.4	2%	0	0%
	Verlust in Atmosphäre	0.5	< 1%	0.3	0.4%
Nutzenergie	Total genutzt	62	76%	77	97%
	Biogas aufbereitet	28	34%	72	90%
	Strom	18	22%	2	3%
	Wärme ARA ¹⁵	13	16%	1	1%
	Fernwärme ¹⁶	4	5%	2	3%
	Wärme ungenutzt	20	23%	3	3%

Tabelle 6:
Heutige Nutzung und Potenzial *veB*, 2015 (gemäss Modelldaten, ohne Co-Substrate)

4.4 Fazit Potenzial

Mit Optimierungsmassnahmen und dem Ersatz von elektromechanischer Ausrüstung mit energieeffizienteren Aggregaten im Rahmen des laufenden Werterhalts sind Einsparungen von 10 bis max. 20% des heutigen Stromverbrauchs realistisch. Mit den notwendigen Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen wird umgekehrt der Strombedarf der betroffenen Anlagen zunehmen.

Heute wird rund $\frac{3}{4}$ der im Biogas enthaltenen Energie genutzt. Mit der Umnutzung

der *veB* ist eine Verlagerung der Nutzenergie in Form von Strom zu aufbereitetem Biogas zu erwarten.

Absolut betrachtet steckt das weitaus grösste Potenzial in der Abwärmenutzung aus dem Abwasser. Dies wird auch in einer nationalen Studie bestätigt.¹⁷ Dabei sind allerdings die Verfügbarkeit möglicher Wärmeabnehmer sowie die Wirtschaftlichkeit einerseits und mögliche Zielkonflikte mit dem Gewässerschutz andererseits im Einzelfall zu berücksichtigen.

¹³ Modellwerte ohne Co-Substratnutzung. Effektive Betriebsdaten 2015 enthalten Produktionszahlen mit Substratverwertung und können von den Modellwerten abweichen (siehe auch Fussnote 7).

¹⁴ Modellwerte berücksichtigen die Aufhebung von ARA und deren Anschluss an ausserkantonale Anlagen. Daher wird die gesamte Biogasverwendung in Zukunft geringer (aber effizienter) sein als heute.

¹⁵ Schätzung mit folgenden Annahmen: Wärmebedarf für Aufheizung Frischschlamm von 10 auf 36°C, Schlammbehandlung benötigt 90% des totalen Wärmebedarfs der ARA

¹⁶ Entspricht Überschusswärme aus BHKW oder Gasheizung (ohne Abwasserwärme); Schätzung für ARA Thunersee, ARA Interlaken und ARA Moossee-Urtenebach

¹⁷ Ressourceneffiziente ARA - Analyse von Potenzialen und Rahmenbedingungen zur Steigerung der Ressourcennutzung. Erarbeitet durch Ernst Basler + Partner AG im Auftrag des VSA in Zusammenarbeit mit dem BAFU, 2015

5 Massnahmen zu Nutzung der Potenziale

5.1 Von der Energiestrategie unabhängige Strukturbereinigung

Die in Abschnitt 3.1 erwähnte Strukturbereinigung der «ARA-Landschaft» erfolgt unabhängig von der Umsetzung der energetischen Grundsätze. ARA-Zusammenschlüsse zugunsten des Gewässerschutzes und einer wirtschaftlicheren Abwasserreinigung werden aber bei der Umsetzung der energetischen Grundsätze berücksichtigt.

Es zeigt sich, dass ARA-Zusammenschlüsse in der Regel nicht nur wirtschaftlich und für das Gewässer von Vorteil sind, sondern auch aus energetischer Sicht günstig sind, indem vor allem kleine, energetisch ineffiziente ARA an grössere effizientere ARA angeschlossen werden.

5.2 Energetische Optimierung ARA

Vorgehen	Gesetzliche Grundlage	Zeitraum für die Umsetzung
Formulierung von energetischen Anforderungen bei Bauprojekten von ARA Ausrichtung an Energiekennzahlen des VSA	BauG Art. 25 Vollzugshilfe: Betrieb und Kontrolle von Abwasserreinigungsanlagen BAFU 2014	Laufend im Bewilligungsverfahren. Erneuerungsrate ARA ca. alle 15 bis 20 Jahre
Energetische Grobanalyse jeder ARA auf Basis Betriebsdaten Information und Beratung durch AWA bei ARA mit Überschreitung der Energiekennzahlen und vorhandenem Optimierungspotenzial	GSchV Art. 14 Abs. 2	Laufend im Rahmen der Betriebsbegleitung und -optimierung des AWA
ARA mit einem Netzbezug > 0.5 GWh/a im Rahmen des Grossverbrauchermodells des Kantons Bern	KEnG Art. 4, 53, 54	10 Jahre

Tabelle 7:
Umsetzung Potenzial Grundsatz 1, Energieoptimierung

5.3 Abwasserwärmenutzung





















Vorgehen	Grundlage	Zeitraum für Umsetzung
Identifikation der technischen Wärmepotenziale im Ablauf der Berner ARA Potenziale werden den Gemeinden und Verbänden zur Verfügung gestellt und im GIS intergriert	Energiestrategie des Kantons Bern	Periodische Auswertung und Aktualisierung im 5-Jahres Rhythmus

Tabelle 8:
Umsetzung Potenzial Grundsatz 2, Abwasserwärmenutzung

5.4 Vollständige und effiziente Biogasnutzung

Vorgehen	Grundlage	Zeitraum für Umsetzung
Beurteilung der ARA hinsichtlich der Schlammverwertungskategorie (Abschnitt 3.4) Bei den Kategorien 4-6 sind Massnahmen hinsichtlich dem Grundsatz der veB zu prüfen (Vorgehen nächste Tabelle)	KEnG Art. 46, Art. 17	20 Jahre im Rahmen von Bewilligungsverfahren

Tabelle 9: Umsetzung Potenzial Grundsatz 3, vollständige und effiziente Biogasnutzung

Schlammverwertungskategorie		Prüfung	Bei positiver Beurteilung	Bei negativer Beurteilung
	1 Biogaseinspeisung	keine		
	2 Vollständige Wärmenutzung	Biogaseinspeisung wirtschaftlich und erneuerbarer Wärmelieferant vorhanden?		
	3 Frischschlammlieferant	Neue Faulung mit veB zweckmässig und wirtschaftlich?	 	
	4 Unvollständige Wärmenutzung	veB zweckmässig und wirtschaftlich?	 	Nächste Prüfungsstufe
		Nitrifizierende ARA mit grossen saisonalen Schwankungen? ¹⁸		
	5 Biogasabfackelung	veB zweckmässig und wirtschaftlich? ¹⁹	 	
	6 Vor-Ort-Mineralisation	Regelmässige Schlammtransporte möglich? ²⁰		

¹⁸ Vorwiegend ARA mit touristischen Spitzenbelastungen im Winter sind auf die Möglichkeit angewiesen, mit den stickstoffreichen Rückläufen aus der Faulung die Abwasserprozesse zu optimieren, um die Belastung der Gewässer möglichst zu reduzieren.

¹⁹ Wärmenutzung evtl. mit Abwasserwärmenutzung kombinieren. Bei den heutigen ARA mit Biogasabfackelung handelt es sich um kleine ARA, bei denen eine Biogasaufbereitung und -einspeisung nicht zweckmässig und wirtschaftlich betrieben werden kann. Auch fehlen nahe Erdgasleitungen zur Einspeisung.

²⁰ Oft bei kleinen ARA (< 1'000 EW) ist ein regelmässiger Schlammtransport aufgrund kleiner Schlamm-mengen weder wirtschaftlich noch ökologisch. Zu berücksichtigen ist zudem die ganzjährige Zugänglichkeit für den Schlammtransport.

Verstromung von Biogas vs. Aufbereitung und Einspeisung

Stand bisher primär die Verstromung des Biogases im Vordergrund, findet in den letzten Jahren zunehmend auch die Aufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz Verbreitung. Im Kanton Bern speist die ara region bern ag ihr aufbereitetes Biogas komplett ins Gasnetz ein. Die ARA Thunersee wird im nächsten Jahr ebenfalls auf Einspeisung umstellen. Wegen der notwendigen Aufbereitung und Benötigung eines externen Wärmelieferanten dürfte die Einspeisung vor allem für grössere ARA eine interessante Alternative darstel-

len. Sowohl die Verstromung von Biogas bei vollständiger Wärmenutzung als auch die Biogasaufbereitung und -einspeisung erfüllen den Grundsatz der *veB*. Unter Berücksichtigung der in der kantonalen Energiestrategie des Kantons Bern formulierten Ziele (80% Stromanteil aus erneuerbaren Quellen, Atomausstieg, 1 t CO₂ pro Kopf und Jahr) schneidet aus Ökobilanzsicht die Biogasaufbereitung und -einspeisung hingegen am besten ab. Welche Variante die beste Lösung darstellt, ist daher im Einzelfall zu prüfen.

Impressum

Herausgeber

AWA Amt für Wasser und Abfall
Reiterstrasse 11, 3011 Bern
Telefon 031 633 38 11
Telefax 031 633 38 50
info.awa@bve.be.ch / www.be.ch/awa

Dezember 2016

Autoren

Jan Suter, Reto Manser, Damian Dominguez

Redaktion

AWA, Fachbereich Abwasserentsorgung

Bearbeitung / Text / Konzept

AWA, Fachbereich Abwasserentsorgung

Gestaltung und Ausführung

AWA, Fachbereich Dokumentation Kommunikation
Ruedi Krebs

Bildnachweis Titelbild

ARA Region Interlaken © Jan Suter

Publikation

Diese Broschüre ist nur als PDF verfügbar und kann unter folgendem Link heruntergeladen werden:
www.be.ch/awa