



Ryser Ingenieure AG

ALPIQ

Engestrasse 9  
3000 Bern 9  
T 031 560 03 03  
F 031 560 03 04  
info@rysering.ch  
www.rysering.ch

Abwasserverband Morgental

Regelpooling/Lastspitzenmanagement mit BHKW

Analyse der Handlungsoptionen  
Technischer Bericht



Bern, 10. März 2017, Projekt Nr. 4052/515

Wasser ist unser Element  
wir tragen Sorge dazu

Inhaltsverzeichnis		<u>Seite</u>
1	Ausgangslage / Auftrag	2
2	Projektgrundlagen	2
3	Projektbeschreibung	3
3.1	Grundlegende Voraussetzungen	3
3.2	Verfügbarkeit der Anlage	4
3.3	Auswertung der Start- und Stopp-Vorgänge	6
3.4	Beschrieb des Sekundärreglers	7
4	Erlösszenarien	8
4.1	Szenario minimale Leistung	8
4.2	Szenario mittlere Leistung	9
4.3	Szenario hohe Leistung	9
4.4	Amortisation	9
5	Empfehlung	10
6	Zusammenfassung	10

Abbildungsverzeichnis		<u>Seite</u>
Abbildung 1:	Auswertung Rampenfähigkeit BHKW	3
Abbildung 2:	Mittlere verfügbare Leistung über 50% in kW für das Jahr 2015 und 2016	4
Abbildung 3:	Mittlere max. verfügbare Leistung 100 % in kW für das Jahr 2015 und 2016	5
Abbildung 4:	Gesamte BHKW Betriebsstunden und Volllaststunden	5
Abbildung 5:	BHKW Betriebsstunden Teillast und Volllast	6
Abbildung 6:	Startvorgänge des BHKW in den Jahren 2015 und 2016	6
Abbildung 7:	Häufigkeitsverteilung Sekundärregelenergie im Jahr 2015	7
Abbildung 8:	Erlösszenario minimale Leistung	8
Abbildung 9:	Erlösszenario mittlere Leistung	9
Abbildung 10:	Erlösszenarien hohe Leistung	9

## 1 Ausgangslage / Auftrag

Der Abwasserverband Morgental (AVM), der unter anderem das Abwasser der Stadt Arbon und diverser weiterer Gemeinden in der Umgebung reinigt, gehört mit seinem Energiepark bei den Kläranlagen schweizweit zu den Vorreitern in Sachen Nutzung alternativer Energien und ist ein Musterbetrieb hinsichtlich der gelebten Energieeffizienz.

Der AVM hat sich von Anfang an für das innovative Projekt des Regelpooling angemeldet. Für viele Fragestellungen mit einem direkten Bezug zur Kläranlage selbst wurden die Ingenieure der Firma Hunziker Betatech zugezogen. In einer Vorbereitungssitzung zwischen den Spezialisten des Projektteams und den Abwasserfachleuten von Hunziker Betatech wurde zunächst eine Adaption der bisherigen Erfahrungen an Wasserversorgungen auf die Kläranlage abgesprochen und die dann gemeinsam die Arbeiten geplant. Mit dem neuen Blockheizkraftwerk (BHKW) liegt die sichere Einsatzflexibilität bei rund 250 kW und damit bei rund 50 % der installierten Leistung. Besonders interessant ist aus energiewirtschaftlicher und ökonomischer Sicht, dass eine Teilnahme am Markt für Sekundärregelenergie möglich erscheint. Im Verlauf des Jahres 2015 wurde auf der ARA Morgental, der Pilotanlage unter den Kläranlagen, die Eignung des neuen BHKW für die Sekundärregelenergie getestet. Die Anforderungen wurden, wenn auch knapp, erfüllt. Anschliessend wurde durch Alpiq die technische Gesamtlösung für die Ansteuerung aller Pool-BHKW auf Basis der Erkenntnisse erarbeitet. Im Herbst des Jahres 2016 wurde die Ansteuerungslösung umgesetzt und Verbindungstests durchgeführt. Auf Seite Alpiq wurde die Entwicklung der notwendigen Softwarelösungen für den Sekundärregelpool so weit vorangetrieben, dass im November 2016 die Präqualifikation des Sekundärregelpools bei Swissgrid erfolgreich durchgeführt werden konnte.

## 2 Projektgrundlagen

Für die Erarbeitung des ersten Teilauftrages wurden uns von der ARA Morgental folgende Grundlagedaten zur Verfügung gestellt:

- Produktionsdaten für das BHKW in ¼ h für das Jahr 2015 (Zeitraum Juli bis Dezember) und 2016 (Zeitraum Januar bis Oktober)
- Daten und Auswertung zum Rampentest

### 3 Projektbeschreibung

Die ARA Morgental verfügt über ein Blockheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 520 kW. Diese Maschine wird heute neben der Notstromfunktion hauptsächlich für eine kontrollierte Verwertung des anfallenden Klärgases eingesetzt. Das BHKW hat einen deutlich höheren Wirkungsgrad gegenüber den vorhandenen Mikrogasturbinen und wird folglich überdurchschnittlich gut ausgelastet. Dank der KEV-Förderung kann auch diese neue Maschine wirtschaftlich betrieben werden. Im Rahmen des Leuchtturmprojektes Regelpooling mit Infrastrukturanlagen von InfraWatt, RIAG und Alpiq möchte die ARA Morgental die Pionierrolle einnehmen und die Gesamtwirtschaftlichkeit durch eine Teilnahme am Regelpool der Alpiq im Bereich der Sekundärregelenergie in der Regelzone Schweiz nochmals etwas verbessern. Im Folgenden wird die technische Ausgangslage ARA-seitig und die Rahmenbedingungen zur Verwertung im Regelenergiemarkt beschrieben.

#### 3.1 Grundlegende Voraussetzungen

Die Teilnahme am Regelpool erfordert einerseits eine an den Vorgaben der Swissgrid orientierte Echtzeitanbindung<sup>1</sup> und Steuerungsmöglichkeiten durch den Regelpool der Alpiq und andererseits ein verfahrens- und leitetechnisch sinnvolles und betrieblich integriertes Konzept für die sichere Umsetzung der Signale im Prozessleitsystem (PLS) der ARA Morgental.

Die eingesetzte Maschine soll dauerhaft die Vorgaben der Swissgrid<sup>2</sup> an die Leistungsänderungsrate pro Sekunde erfüllen, da auch im Poolingkonzept dauerhaft hohe Anforderungen an einzelne Leistungserbringer gestellt werden müssen. Im März 2016 hat ein Fahrversuch stattgefunden und die Ergebnisse sprechen für eine gute Eignung der Anlagen für den Pool der Alpiq. Die sogenannte Rampenfähigkeit ist gemäss nachfolgender Auswertung bis zur Leistung von 20 % der Nennleistung gegeben. Die berechnete maximale Leistungsänderung in 3 Minuten erfüllt die Vorgaben von Swissgrid bezüglich Rampengeschwindigkeit auf dem gesamten getesteten Leistungsband. Es ist zu prüfen, inwiefern der Leistungsbereich unter 50 % dauerhaft im Pooling genutzt werden kann.

	von kW	auf kW	Beginn	Ende	Delta P in kW	Delta t in s	kW /s	maximale Leistungsänderungen in 3 Minuten
Rampe 1	527	264	13:20:36	13:22:04	263	00:01:28	2.99	538.0
Rampe 2	264	102	13:26:02	13:26:58	162	00:00:56	2.89	520.7
Rampe 3	104	266	13:28:28	13:29:24	-162	00:00:56	-2.89	-520.7
Rampe 4	266	526	13:31:22	13:32:54	-260	00:01:32	-2.83	-508.7

Abbildung 1: Auswertung Rampenfähigkeit BHKW

<sup>1</sup> Anforderungen an das Monitoring, Swissgrid.  
[https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary\\_services/prequalification/131014\\_requirements-for-monitoring-data\\_V3R1\\_DE.pdf](https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary_services/prequalification/131014_requirements-for-monitoring-data_V3R1_DE.pdf)

<sup>2</sup> Test zur Sekundärregelbarkeit, Swissgrid.  
[https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary\\_services/prequalification/D130422\\_Test-for-secondary-control-capability\\_V2R1\\_DE.pdf](https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary_services/prequalification/D130422_Test-for-secondary-control-capability_V2R1_DE.pdf)

### 3.2 Verfügbarkeit der Anlage

Neben der Rampenfähigkeit (als notwendige Bedingung) ist die planbare Verfügbarkeit der Anlagen ein wesentliches Kriterium für eine wirtschaftliche Vermarktung über das Regelpooling. Alle nachfolgenden Analysen zielen darauf ab, die Vorhaltung von negativer Sekundärregelenergie zu untersuchen, da es sowohl energiewirtschaftlich als auch regulatorisch im Moment die einzig sinnvolle Vorgehensweise für dezentrale Anlagen mit KEV-Förderung<sup>3</sup> darstellt. Die Erbringung positiver Regelleistung führt in der Regel zu einer Minderausschüttung an KEV-Fördergeldern. Negative Regelleistung führt zu keiner Pönalisierung, solange das kurzfristig eingesparte Klärgas eingespeichert bleibt und über die übliche Fahrplanmeldung an den Energiepool Schweiz über die nächsten Tage kontrolliert verstromt wird.<sup>4</sup>

Die mittlere Verfügbarkeit der Anlagen über der Mindestleistung von 50 % (~250 kW) beträgt im Jahresschnitt 2015 rund 150 kW und im Jahresschnitt 2016 rund 169 kW. Das heisst es kann von einer mittleren verfügbaren Regelleistung von bis zu 170 kW ausgegangen werden. Dies stellt für die Wirtschaftlichkeitsanalysen im folgenden Kapitel 4 das Grundszenario dar. Wobei die folgenden Tabellen zeigen, dass in vielen Monaten stark abweichende Werte gemessen wurden. Für genauere Berechnungen werden im Kapitel 4 saisonale Mittelwerte abgeschätzt, da im Regelpooling der Alpiq die Ausschüttungsquote zwischen dem Q1 (Quartal 1)/Q4 ("Winter") und dem Q2/Q3 ("Sommer") leicht variiert.

Mittlere verfügbare Leistung über 50% im Jahr 2015	
Monat	Leistung über 50% [KW]
7	149
8	208
9	104
10	75
11	198
12	185
Gesamtergebnis	153

Mittlere verfügbare Leistung über 50% im Jahr 2016	
Monat	Leistung über 50% [KW]
1	108
2	51
3	152
4	255
5	269
6	282
7	212
8	128
9	108
10	118
Gesamtergebnis	169

Abbildung 2: Mittlere verfügbare Leistung über 50% in kW für das Jahr 2015 und 2016

Die Obergrenze der verfügbaren Leistung stellt die volle mittlere und verfügbare Produktionsleistung dar. Dabei kann ein Regelpoolalgorithmus exakt zwischen den gewünschten Zuständen (100 %-50 %) und den weniger häufig umsetzbaren Werten (50 %-0 %) und damit einer möglichen Abschaltung gut und sicher unterscheiden. Im Jahr 2015 konnte das BHKW eine maximale mittlere Leistung von 383 kW bereitstellen und im darauffolgenden Jahr 417 kW. Die Werte der folgenden Tabelle stellen somit die Obergrenze für alle Wirtschaftlichkeitsberechnungen dar, da auch zukünftig ein Teil des Klärgases über die bestehenden Mikrogasturbinen genutzt werden soll.

<sup>3</sup> SDL mit KEV-Anlagen, Swissgrid.

[https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary\\_services/prequalification/AS\\_with\\_feed-in-tarif\\_units\\_de.pdf](https://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/ancillary_services/prequalification/AS_with_feed-in-tarif_units_de.pdf)

<sup>4</sup> Protokoll zur Sitzung vom 21.07.2016 zwischen Alpiq, Swissgrid und Energiepool Schweiz (verantwortlich für die KEV-Administration)

Mittlere max. verfügbare Leistung im Jahr 2015	
Monat	Mittlere max. Leistung [KW]
7	387
8	455
9	335
10	263
11	429
12	429
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>383</b>

Mittlere max. verfügbare Leistung im Jahr 2016	
Monat	Mittlere max. Leistung [KW]
1	360
2	292
3	398
4	507
5	522
6	534
7	464
8	366
9	355
10	368
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>417</b>

Abbildung 3: Mittlere max. verfügbare Leistung 100 % in kW für das Jahr 2015 und 2016

Das BHKW lief von Juli bis Dezember 2015 insgesamt 4'033 Stunden, davon waren 1'864 Stunden mit voller Leistung (= grösser 500 kW). Von Januar bis Oktober 2016 erreichte es eine Betriebslaufzeit von 7'217 Stunden (davon waren 3'139 Volllaststunden grösser 500 kW). Die folgende Tabelle zeigt den gesamten Zeitraum und den monatlichen Anteil der Volllaststunden.

Gesamte Betriebsstunden und Volllaststunden > 99% (= Grösser 500 KW) vom Jahr 2015 und 2016					
Jahr	Monat	Gesamte		Gesamte	
		Betriebsstunden [1/4 h]	Betriebsstunden [h]	Volllaststunden [1/4 h]	Volllaststunden [h]
2015	7	2'812	703	771	193
	8	2'911	728	2'050	513
	9	2'664	666	1'081	270
	10	2'230	558	40	10
	11	2'640	660	1'958	490
	12	2'875	719	1'556	389
	<b>Gesamtergebnis 2015</b>		<b>16'132</b>	<b>4'033</b>	<b>7'456</b>
2016	1	2'972	743	287	72
	2	2'679	670	122	31
	3	2'909	727	899	225
	4	2'879	720	2'837	709
	5	2'976	744	2'760	690
	6	2'877	719	2'805	701
	7	2'972	743	2'097	524
	8	2'824	706	727	182
	9	2'835	709	12	3
	10	2'945	736	9	2
<b>Gesamtergebnis 2016</b>		<b>28'868</b>	<b>7'217</b>	<b>12'555</b>	<b>3'139</b>

Abbildung 4: Gesamte BHKW Betriebsstunden und Volllaststunden

In der folgenden Abbildung werden die Teillaststunden und Volllaststunden gegenübergestellt. Ausgehend von 505 kW als 100 % werden Teillastabstufungen dargestellt (Teillast 54 % = 275 kW, Teillast 60 % = 303 kW und Teillast 80 % = 404 kW). Diese Grenzen dienen lediglich einer besseren Interpretation des realen Einsatzes und insbesondere zur Analyse der Daten. Die Interpretation und die Schlussfolgerungen werden ab Kapitel 4 erläutert.

Betriebsstunden Teillast (TL) und Volllast (VL) vom Jahr 2015 und 2016

Jahr	Monat	Betriebsstunden	Betriebsstunden	Betriebsstunden TL	Betriebsstunden	Betriebsstunden TL	Betriebsstunden VL
		TL < 54% Leistung [h]	TL < 60% Leistung [h]	60% bis < 80% Leistung [h]	TL < 80% Leistung [h]	80% bis 99% Leistung [h]	> 99% Leistung [h]
2015	7	21	21	485	506	4	193
	8	17	18	190	207	8	513
	9	350	351	40	391	5	270
	10	135	135	410	546	2	10
	11	45	46	121	167	4	490
	12	38	39	288	326	4	389
	<b>Gesamtergebnis 2015</b>		<b>606</b>	<b>609</b>	<b>1'534</b>	<b>2'142</b>	<b>27</b>
2016	1	196	198	667	470	4	72
	2	429	430	635	205	4	31
	3	255	256	278	22	225	225
	4	9	9	10	1	1	709
	5	0	0	0	0	54	690
	6	16	16	17	1	1	701
	7	35	36	213	177	6	524
	8	140	142	519	377	5	182
	9	90	94	704	610	2	3
	10	18	19	732	713	2	2
<b>Gesamtergebnis 2016</b>		<b>1'185</b>	<b>1'199</b>	<b>3'774</b>	<b>2'575</b>	<b>304</b>	<b>3'139</b>

Abbildung 5: BHKW Betriebsstunden Teillast und Volllast

### 3.3 Auswertung der Start- und Stopp-Vorgänge

Für den gesamten Zeitraum wurde ausgewertet, wie viele Startvorgänge pro BHKW auftreten. Die Auswertung ergibt 22 Start- und Stoppvorgänge im Jahr 2015 und im darauffolgenden Jahr 33. Für das Regelpooling ist dies lediglich hinsichtlich der Fragestellung interessant, inwiefern auch im Auftrag von Swissgrid eine Maschine heruntergefahren werden kann und zur Abschätzung der Verfügbarkeit. Der gewöhnliche Verlauf des Sekundärreglers würde dieses Vorgehen in einer ähnlichen Grössenordnung erfordern. Alternativ kann die zusätzliche Leistung auch zur Absicherung des Pools dienen. Es gilt im weiteren Verlauf des Projektes zu untersuchen, ob die volle Leistung tatsächlich vermarktet werden kann und ein gelegentliches vollständiges Herunterfahren der Maschinen betrieblich umsetzbar ist. Für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gehen wir von einer Umsetzbarkeit von 50-100 % auf der Maschine aus.

Anzahl Starts von 0% im Jahr 2015

Monat	Starts in 2015 [Anzahl]
7	4
8	3
9	2
10	5
11	3
12	5
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>22</b>

Anzahl Starts von 0% im Jahr 2016

Monat	Starts in 2016 [Anzahl]
1	1
2	8
3	6
4	1
5	0
6	1
7	3
8	5
9	7
10	1
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>33</b>

Abbildung 6: Startvorgänge des BHKW in den Jahren 2015 und 2016

### 3.4 Beschrieb des Sekundärreglers

Diese Abstufung der Prioritäten lässt sich ebenso gut mit dem Sekundärregler der Schweiz kombinieren, da dieser im langjährigen Schnitt einen Erwartungswert von knapp 5-7 % der vorgehaltenen Leistung hat und Leistungsspitzen selten und von kurzer Dauer sind. Die folgende Abbildung zeigt die Häufigkeitsverteilung der tatsächlich benötigten SRL-Abrufe im Jahr 2015. Insgesamt wurde lediglich 5.5 % der negativen und 7.3% der positiven Regelenergie abgerufen. Daraus lässt sich für die ARA Morgental ableiten, dass im Schnitt 5.5 % der produzierten Energie zeitlich verschoben wird und grosse Abrufe relativ selten vorkommen. Die Anzahl der Beobachtungen, die kleiner als -200 MW (ca. 50 % des Regelsignals) waren ca. 230 Viertelstunden und dies entspricht 0.6 % aller Viertelstunden eines Jahres. Alpiq arbeitet an einer Lösung die BHKW tiefer zu priorisieren und dadurch die Abrufhäufigkeit deutlich abzusenken. Diese Lösung steht voraussichtlich spätestens ab dem Q2-2017 zur Verfügung.

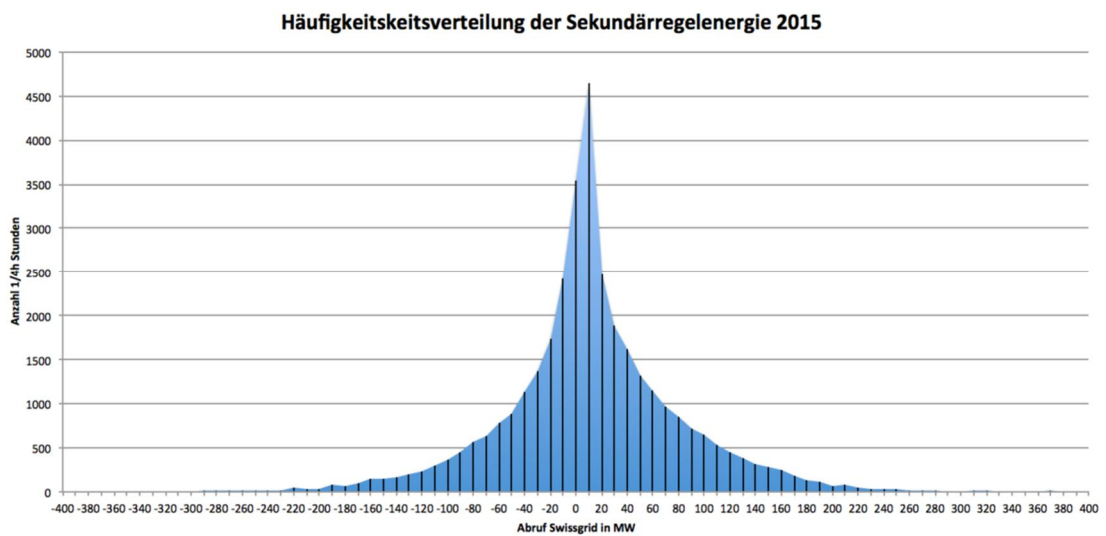


Abbildung 7: Häufigkeitsverteilung Sekundärregelenergie im Jahr 2015



## 4 Erlösszenarien

Im Folgenden werden drei verschiedene Erlösszenarien aufbereitet. Zunächst gehen wir von der minimalen Verfügbarkeit der Anlagen aus und definieren diese als gemäss der Abbildung 2 berechnete Leistungen pro Monat. Dies führt zum unteren Wert der erwarteten Erlöse aus der Teilnahme am Regelpooling. Aus Abbildung 3 können die maximalen Verfügbarkeiten abgeleitet werden. Diese bestimmen sinngemäss die Obergrenze für die Erlöse. Das mittlere Szenario leitet sich von der Untergrenze ab, setzt die Leistungsvorhaltung aber gezielt auf die wirtschaftlichen Stunden einer Woche an und maximiert dadurch den Erlös der Vorhaltung. Dieses Szenario setzt jedoch weitere Abklärungen voraus und könnte jedoch die Erlöse erhöhen ohne das BHKW abstellen zu müssen. Eine weitere Voraussetzung für das Maximalszenario ist, dass die Rampenfähigkeit auch im Bereich von 0-50 % gegeben ist. Auch dies setzt weitere Abklärungen voraus.

Für die Einnahmenseite gehen wir von CHF 4'500.00 pro MW und Woche in den Winterquartalen Q1 und Q4 aus. Für das Q2/Q3 setzen wir CHF 3'500.00 pro MW und Woche an. Diese Preise entsprechen ungefähr dem Schnitt des Lieferjahres 2015 und wurden leicht nach unten korrigiert. Daher können sie als Planungsgrundlage dienen. Das Jahr 2016 schloss etwas höher ab, da es aufgrund einer Stromknappheit im Winter zu höheren Marktpreisen für Regelenenergie kam.

Das heutige Angebotssystem erfordert ein symmetrisches Angebot aus SRL+ und SRL-, um Sekundärregelleistung gegenüber Swissgrid anbieten zu können. Daher ist eine Quotenzuteilung zwischen den beiden Lieferrichtungen notwendig. Das Regelpooling sieht hier 40 % der Winterprämie (CHF 1'800.00 pro MW und Woche) und 50 % der Sommerprämie vor (CHF 1'750.00 pro MW und Woche). Davon werden 70 % proportional zu vorgehaltenen Leistung ausgeschüttet.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Herleitung der Wirtschaftlichkeit für alle drei Erlösszenarien gemäss der Einleitung dieses Kapitels. Die vermarktbare Leistung variiert von 0.15 MW im tiefen Szenario über 0.25 MW im mittleren Szenario bis zu 0.4 MW im hohen Szenario.

### 4.1 Szenario minimale Leistung

Erlösszenario tief	2017		2018		2019	
	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter
<b>Marktpreis Erwartung</b>						
CHF/MW / Woche	3'500	4'500	3'500	4'500	3'500	4'500
Anteil SRL-	50%	40%	50%	40%	50%	40%
Marktpreis SRL-	1'750	1'800	1'750	1'800	1'750	1'800
Ausschüttung Pool	70%	70%	70%	70%	70%	70%
CHF/MW/Woche	1'225	1'260	1'225	1'260	1'225	1'260
Anzahl Wochen	26	26	26	26	26	26
<b>Verfügbare Leistung in MW</b>						
ARA Morgental	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
<b>Einnahmen Regelpooling</b>	<b>4'800</b>	<b>4'900</b>	<b>4'800</b>	<b>4'900</b>	<b>4'800</b>	<b>4'900</b>
	<b>Total 2017</b>		<b>Total 2018</b>		<b>Total 2019</b>	
	9'700		9'700		9'700	

Abbildung 8: Erlösszenario minimale Leistung

## 4.2 Szenario mittlere Leistung

Erlösszenario mittel	2017		2018		2019	
	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter
<b>Marktpreis Erwartung</b>						
CHF/MW / Woche	3'500	4'500	3'500	4'500	3'500	4'500
Anteil SRL-	50%	40%	50%	40%	50%	40%
Marktpreis SRL-	1'750	1'800	1'750	1'800	1'750	1'800
Ausschüttung Pool	70%	70%	70%	70%	70%	70%
CHF/MW/Woche	1'225	1'260	1'225	1'260	1'225	1'260
Anzahl Wochen	26	26	26	26	26	26
<b>Verfügbare Leistung in MW</b>						
ARA Morgental	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
<b>Einnahmen Regelpooling</b>	<b>8'000</b>	<b>8'200</b>	<b>8'000</b>	<b>8'200</b>	<b>8'000</b>	<b>8'200</b>
	<b>Total 2017</b>	<b>16'200</b>	<b>Total 2018</b>	<b>16'200</b>	<b>Total 2019</b>	<b>16'200</b>

Abbildung 9: Erlösszenario mittlere Leistung

## 4.3 Szenario hohe Leistung

Erlösszenario hoch	2017		2018		2019	
	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter
<b>Marktpreis Erwartung</b>						
CHF/MW / Woche	3'500	4'500	3'500	4'500	3'500	4'500
Anteil SRL-	50%	40%	50%	40%	50%	40%
Marktpreis SRL-	1'750	1'800	1'750	1'800	1'750	1'800
Ausschüttung Pool	70%	70%	70%	70%	70%	70%
CHF/MW/Woche	1'225	1'260	1'225	1'260	1'225	1'260
Anzahl Wochen	26	26	26	26	26	26
<b>Verfügbare Leistung in MW</b>						
ARA Morgental	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
<b>Einnahmen Regelpooling</b>	<b>12'700</b>	<b>13'100</b>	<b>12'700</b>	<b>13'100</b>	<b>12'700</b>	<b>13'100</b>
	<b>Total 2017</b>	<b>25'800</b>	<b>Total 2018</b>	<b>25'800</b>	<b>Total 2019</b>	<b>25'800</b>

Abbildung 10: Erlössszenarien hohe Leistung

## 4.4 Amortisation

Ausgehend vom mittleren Erlösszenario gehen wir von jährlichen Einnahmen in Höhe von CHF 16'200.00 aus. Daraus berechnet sich eine statische Amortisationszeit von knapp 1.5 Jahren ohne Berücksichtigung der ARA-internen Projektaufwendungen. Die Erlösseite kann marktbedingten Schwankungen unterliegen. Diese sollte auch bei einer schlechteren Marktentwicklung nicht zu einer Amortisationszeit von mehr als 2 Jahren führen. Auch das Szenario mit der tiefsten Leistungserwartung führt zu einer Amortisationszeit von knapp 2 Jahren und ist daher wirtschaftlich. Unter Abzug der Kosten dieser Studie ("sunk cost"- Ansatz, daher nicht mehr entscheidungsrelevant) ist die Wirtschaftlichkeit in allen Szenarien gegeben.

## 5 Empfehlung

Aus wirtschaftlicher Betrachtung kann eine Umsetzung empfohlen werden, da im tiefen und mittleren Erlösszenario günstige Amortisationszeiten zu erwarten sind. Das betriebliche Schaltverhalten vom BHKW kann als guter Indikator dienen, dass auch im Regelpooling weitere Optimierungen möglich und technisch umsetzbar sind. Durch den Regelbetrieb erwarten wir in der Tendenz nicht allzu viele Schaltungen, da Alpiq bereits von Anfang an einen schaltfreudigen Industriekunden im Portfolio hat und daher die Abrufwahrscheinlichkeit gut steuern kann. Allerdings empfehlen wir weitere Abklärungen zur optimierten Vorhaltung in den wirtschaftlich attraktiveren Stunden, um so den Durchschnittserlös zu erhöhen. Wir empfehlen folgendes Vorgehen:

1. Umsetzung der Anbindung an das Regelpooling der Alpiq
2. Teilnahme an der Präqualifikation des Regelpools
3. Sicherstellung der Parameter für die Notstromfunktion
4. Teilnahme am kommerziellen Betrieb ab voraussichtlich April 2017

## 6 Zusammenfassung

Das Blockheizkraftwerk der ARA Morgental können aus technischer Sicht über das Regelpooling am Sekundärregelenergiemarkt teilnehmen. Die Teilnahme ist auch aus wirtschaftlicher Sicht empfehlenswert, da Umsetzung günstig realisiert worden ist und damit die Amortisationszeiten vergleichsweise kurz sind.

Eine Teilnahme an der Präqualifikation des Regelpools mit Infrastrukturanlagen und am kommerziellen Betrieb des Regelpoolings kann empfohlen werden. Alle Wettbewerber der Alpiq bieten im Moment lediglich den Zugang zum Tertiärregelenergiemarkt an und dieser wäre für eine ARA unwirtschaftlich, da die Erlöse um Faktor 3-5 tiefer sind als im aktuellen Ansatz.

Bern, 10. März 2017 AH/RO  
Projektleiter: Andreas Hurni, dipl. Geologe SIA  
PL Stv.: Rafael Osswald, dipl. Volkswirt

Projektverfasser:  
Ryser Ingenieure AG, Bern / Alpiq G, Olten